

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RÍO  
CHACACONIZA, DISTRITO DE CORANI - CARABAYA - 2025**

**PRESENTADA POR:**

**SAYDA LUCAÑA SANCHEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



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



5.43%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 19 NOV 2025, 9:45 PM

### Similarity report

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

● IDENTICAL  
0.8%

● CHANGED TEXT  
4.63%

## Report #30122399

SAYDA LUCAÑA SANCHEZ // CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RÍO CHACACONIZA, DISTRITO DE CORANI - CARABAYA - 2025  
RESUMEN El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA-agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. 22 La investigación es de tipo descriptivo comparativo y enfoque cuantitativo no experimental. 2 5 17 La recolección de los datos se basó en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: pH (4.56 y 5.49); conductividad eléctrica (0.30 y 0.13  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); temperatura (14 °C); sólidos totales disueltos (0.15 y 0.064 mg/l); Nitratos (0.09 y 0.05 mg/l); demanda bioquímica de oxígeno (4.08 y 2.64 mg/l); cadmio ( $<0.001$  mg/l); plomo ( $<0.005$  mg./l); zinc ( $<0.1$  mg/l), la mayoría de los parámetros analizados están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental, con excepción del pH mostrando valores de acidez por debajo de los ECA, en cuanto a la concentración de metales pesados como cadmio y plomo superan los ECA, respecto a los parámetros microbiológicos Coliformes temotorerantes si bien no supera los ECA su presencia advierte indicios de contaminación. Concluyendo que, la calidad del agua del río

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

**CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RÍO  
CHACACONIZA, DISTRITO DE CORANI - CARABAYA - 2025**

**PRESENTADA POR:**

**SAYDA LUCAÑA SANCHEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:   
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

PRIMER MIEMBRO

:   
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO

:   
Mtra. NATALY SILVIA GARCIA VILCA

ASESOR DE TESIS

:   
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental.

Línea de Investigación Ciencias Ambientales

Puno, 27 de noviembre del 2025.

## DEDICATORIA

### **A Dios**

Por la vida y ser mi guía en cada etapa del desarrollo de mi existencia, dándome la fortaleza en las dificultades y claridad en los momentos de incertidumbre.

### **A mis padres**

Rogelia L. Sanchez Ramos y Arcadio M. Lucaña Anahui

Por su dedicación, esfuerzo constante, amor y apoyo incondicional que, junto a su ejemplo de perseverancia y constancia, se convirtió en los cimientos sobre los cuales levanté mis sueños. Agradezco cada palabra de aliento que me ayudó a mantenerme firme en mis momentos difíciles. Por ser mi motivación, mi fuerza y que han sido la energía más pura que me impulsó a no rendirme.

### **A mis hermanos/as**

Por su compañía constante, consejos y la confianza que depositaron en mi, convirtiéndome en una fuente de inspiración y apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos, Facultad de Ingenierías, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, por ser la institución que me permitió cumplir la meta de formarme como profesional, brindarme no sólo conocimientos, sino también en espacio de crecimiento académico y personal.

A mis miembros del jurado, Dra. Katia Elizabeth Andrade Linares, Dra. Marlene Cusi Montesinos, M.Sc. Nataly Silvia Garcia Vilca, por el tiempo y atención dedicados a la revisión de este trabajo de investigación, así como por las valiosas observaciones y recomendaciones que enriquecieron de manera significativa esta investigación.

Al M.Sc. Julio Wilfredo Cano Ojeda, asesor de esta tesis, por la orientación precisa, la paciencia y el acompañamiento en cada etapa del proceso investigativo. Sus observaciones y sugerencias fueron esenciales para dar mayor solidez y coherencia a este trabajo de investigación.

A la empresa Bear Creek Mining S.A.C. - Proyecto Corani, por el valioso apoyo y las facilidades otorgadas que hicieron posible el desarrollo de la presente investigación.

Finalmente a mis compañeros y amigos, por su colaboración, las conversaciones y compañía en los momentos más exigentes de este proceso formativo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

### 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>17</b>
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	17
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	17
1.2.3. A NIVEL REGIONAL	19
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21

### CAPÍTULO II

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

<b>2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b>	<b>22</b>
2.1.1. CALIDAD DEL AGUA	22

2.1.2. EL AGUA	23
2.1.3. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA	23
2.1.4. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA	25
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>25</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>26</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>26</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	26
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	27
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>28</b>
<b>3.2 .POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>29</b>
3.2.1. POBLACIÓN	29
3.2.2. MUESTRA	30
3.3.1. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO	31
3.3.2. MATERIALES	34
<b>3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</b>	<b>35</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>36</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
<b>4.1. EXPOSICIÓN INTEGRAL Y DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS HÍDRICOS</b>	<b>37</b>
4.1.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS	38
4.1.2. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LAS ECAS-AGUA CATEGORÍA 4 (E2) DEL DECRETO SUPREMO N°004-2017-MINAM	42
4.1.3. DIFERENCIACIÓN ENTRE CALIDAD DE AGUA DE LAS DOS MUESTRAS PM1-01 Y PQ1-02.	46

<b>4.2. ANÁLISIS INTEGRAL DE LA CALIDAD DEL AGUA: INTERPRETACIÓN</b>	
<b>GRÁFICA Y COMPARATIVA</b>	<b>50</b>
4.2.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	50
4.2.2. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	65
<b>4.3. CONTRASTE DE HIPÓTESIS</b>	<b>66</b>
4.3.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL	66
4.3.2. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	67
4.3.3. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	68
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Coordenadas de los puntos de muestreo	32
<b>Tabla 02:</b> Operacionalización de variables	35
<b>Tabla 03:</b> Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la muestra del punto PM1-01.	38
<b>Tabla 04:</b> Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la muestra del punto PQ1-02.	40
<b>Tabla 05:</b> Evaluación comparativa de los resultados respecto a las ECA-Agua (Categoría 4 – E2) del D.S. N°004-2017-MINAM de la muestra PM1-01.	42
<b>Tabla 06:</b> Evaluación comparativa de los resultados respecto a las ECA-Agua (Categoría 4 – E2) del D.S. N°004-2017-MINAM de la muestra PQ1-02.	44
<b>Tabla 07:</b> Comparación de la calidad del agua entre las muestras PM1-01 y PQ1-02.	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Vista Semi-Vertical del Río Chacaconiza	29
<b>Figura 02:</b> Red Hidrográfica	30
<b>Figura 03:</b> Puntos de muestreo	31
<b>Figura 04:</b> Pasivos ambientales - MINEM	50
<b>Figura 05:</b> Concentraciones de pH en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	51
<b>Figura 06:</b> Concentraciones de Conductividad Eléctrica en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	53
<b>Figura 07:</b> Concentraciones de Sólidos Totales Disueltos en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	55
<b>Figura 08:</b> Concentraciones de Temperatura en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	57
<b>Figura 09:</b> Concentraciones de Nitratos en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	58
<b>Figura 10:</b> Concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	60
<b>Figura 11:</b> Concentraciones de Cadmio en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el	

ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	61
<b>Figura 12:</b> Concentraciones de Plomo en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	62
<b>Figura 13:</b> Concentraciones de Zinc en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	63
<b>Figura 14:</b> Concentraciones de Coliformes Termotolerantes en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).	65
<b>Figura 15:</b> Se muestra el registro de campo tomado en cada punto de muestreo in situ.	80
<b>Figura 16:</b> Muestra la cadena de custodia de los puntos de muestreo in situ.	81
<b>Figura 17:</b> Expone el informe de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del laboratorio de los dos puntos de muestreo del río Chacaconiza.	82
<b>Figura 18:</b> Recolección de muestras del primer punto (PM1-01) de muestreo del río Chacaconiza.	83
<b>Figura 19:</b> Medición in situ de los parámetros fisicoquímicos del agua en el primer punto de muestreo con el multiparametro en el río Chacaconiza.	83
<b>Figura 20:</b> Registro de campo y de la cadena de custodia en el punto PM1-01 del río Chacaconiza.	84
<b>Figura 21:</b> Ubicación con el GPS del segundo punto (PQ1-02) de muestreo del río Chacaconiza.	85
<b>Figura 22:</b> Recolección de muestras del primer punto (PQ1-02) de muestreo del río Chacaconiza.	85
<b>Figura 23:</b> Medición in situ de los parámetros fisicoquímicos del agua en el segundo punto de muestreo con el multiparametro en el río Chacaconiza.	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	80
<b>Anexo 02:</b> Conservación del ambiente acuático E2	79
<b>Anexo 03:</b> Registro de campo.	80
<b>Anexo 04:</b> Cadena de custodia.	81
<b>Anexo 05:</b> Resultados del análisis de laboratorio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Chacaconiza.	82
<b>Anexo 06:</b> Panel fotográfico	83

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA-agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. La investigación es de tipo descriptivo comparativo y enfoque cuantitativo no experimental. La recolección de los datos se basó en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: pH (4.56 y 5.49); conductividad eléctrica (300 y 130  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); temperatura (14 °C); sólidos totales disueltos (150 y 64 mg/l); Nitratos (0.09 y 0.05 mg/l); demanda bioquímica de oxígeno (4.08 y 2.64 mg/l); cadmio (<0.001 mg/l); plomo (<0.005 mg./l); zinc (<0.1 mg/l), la mayoría de los parámetros analizados están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental, con excepción del pH mostrando valores de acidez por debajo de los ECA, en cuanto a la concentración de metales pesados como cadmio y plomo superan los ECA, respecto a los parámetros microbiológicos Coliformes temotorerantes si bien no supera los ECA su presencia advierte indicios de contaminación. Concluyendo que, la calidad del agua del río Chacaconiza, distrito de Corani, provincia de Carabaya, siendo un sistema hidrográfico interconectado, de acuerdo a los resultados el pH, sólidos disueltos totales (PM1-01) y concentraciones de metales pesados superan los Estándares de Calidad Ambiental, en tal sentido el agua del río Chacaconiza no es de buena calidad, pudiendo afectar a los ecosistemas acuáticos situados aguas abajo y limitando su uso en actividades productivas la población.

**Palabras clave:** Calidad de agua, Fisicoquímicos, Metales pesados, Microbiológicos, Parámetros.

## ABSTRACT

The present research study aimed to evaluate the concentration of physicochemical and microbiological parameters of the surface water of the Chacaconiza River, according to the ECA-water category 4 (E2) of Supreme Decree No. 004-2017-MINAM. The research is descriptive-comparative in type and has a non-experimental quantitative approach. Data collection was based on the National Protocol for the Monitoring of Surface Water Resources Quality (Chief Resolution No. 010-2016-ANA). The results obtained were the following: pH (4.56 and 5.49); electrical conductivity (300 and 130  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ); temperature (14 °C); total dissolved solids (150 and 64 mg/L); nitrates (0.09 and 0.05 mg/L); biochemical oxygen demand (4.08 and 2.64 mg/L); cadmium ( $<0.001$  mg/L); lead ( $<0.005$  mg/L); zinc ( $<0.1$  mg/L). Most of the analyzed parameters are within the Environmental Quality Standards, except for pH, showing acidity values below the ECA. Likewise, it was identified that total dissolved solids exceed the ECA at point PM1. Regarding the concentration of heavy metals such as cadmium and lead, these exceed the ECA. Concerning the microbiological parameters, although thermotolerant coliforms do not exceed the ECA, their presence indicates signs of contamination. In conclusion, the water quality of the Chacaconiza River, located in the district of Corani, province of Carabaya, as an interconnected hydrographic system, shows that according to the results, the pH, total dissolved solids (PM1-01), and concentrations of heavy metals exceed the Environmental Quality Standards. Therefore, the water of the Chacaconiza River is not of good quality, which may affect the aquatic ecosystems located downstream and limit its use in productive activities for the population.

**Keywords:** Water quality, Physicochemical, Heavy metals, Microbiological parameters.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para el desarrollo de la vida, el bienestar de las comunidades y la estabilidad de los ecosistemas. Mantener su calidad resulta indispensable no solo para el abastecimiento de los seres humanos, sino también garantizar la producción agrícola y ganadera así como la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, este recurso se encuentra cada vez más afectado por diversas actividades antrópicas, como el crecimiento de las actividades agrícolas, la disposición inadecuada de los residuos y la explotación minera, que incrementan los niveles de contaminación. A ello se suman factores de origen natural, como las variaciones climáticas y los procesos de erosión, que agravan aún más la degradación de los cuerpos de agua. Esta situación genera riesgos ambientales y sanitarios que afectan especialmente a las comunidades rurales, cuya seguridad hídrica dependen de las fuentes locales de agua (Castillo et al., 2022).

El río Chacaconiza contribuye a una fuente hídrica de gran importancia para el desarrollo de las actividades humanas, productivas y para la preservación de los ecosistemas locales. No obstante, su calidad puede verse comprometida debido a que en la zona de estudio se presenta una alta mineralización, se ve la presencia de pasivos ambientales asociados a antiguas explotaciones mineras, la influencia geológica que se caracteriza por formaciones ricas en minerales que favorecen procesos de lixiviación natural, así como también las actividades pecuarias, dentro de las cuales no solo se consideran los animales domésticos, sino también animales silvestres de camélidos andinos como son las vicuñas y otros animales que habitan en la zona que podrían estar afectando la calidad del agua del río Chacaconiza.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la calidad del agua superficial en dos puntos de muestreo del río Chacaconiza, mediante la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, contrastando los resultados con lo establecido en el ECA para agua D.S. N°004-2017-MINAM. De esta manera, se busca generar evidencia técnica que oriente decisiones de gestión ambiental, promueve prácticas sostenibles y

contribuye a salvaguardar el derecho de las comunidades locales con un recurso hídrico seguro.

Este informe final está constituido de la siguiente manera:

Capítulo I: Se expone el contexto de la problemática, los antecedentes relevantes y los objetivos que orientan el análisis.

Capítulo II: Desarrolla el marco conceptual y normativo , donde se revisan estudios previos, teorías y la hipótesis que sustenta la investigación.

Capítulo III: Detalla la metodología aplicada, explicando el enfoque, las técnicas de muestreo.

Capítulo VI: Presenta los resultados obtenidos y su respectiva discusión, en la que se interpretan los hallazgos a la luz de la normativa ambiental vigente y de estudios relacionados.

Finalmente el presente estudio concluye con un apartado de conclusiones y recomendaciones, en el cual se sintetizan los principales aprendizajes de la investigación y se proponen acciones concretas para mejorar la gestión del recurso hídrico en beneficio de la población y el ecosistema.

## **CAPÍTULO I**

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

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

A nivel mundial, según el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC, 2021), la calidad del agua se ve en constante deterioro debido a muchos factores, ya sea por la intervención de los seres humanos o la naturaleza. La escasez y la alteración de sus propiedades se han convertido en algunos de los principales desafíos ambientales y socioeconómicos. Entre las causas más relevantes se encuentran el incremento poblacional, el uso intensivo de productos químicos en la agricultura, el avance de la industria y los efectos del cambio climático. Estos elementos contribuyen a la contaminación y reducción de la disponibilidad del recurso hídrico, afectando de manera directa a los ecosistemas acuáticos, la biodiversidad, la salud y el bienestar de las personas, así como al desarrollo económico sostenible.

La situación de las aguas superficiales se ha transformado en una preocupación creciente por el incremento de la contaminación en los ecosistemas. Las actividades relacionadas con el riego agrícola, el consumo de productos de origen animal y los desequilibrios ecológicos ocasionados por la acción humana han contribuido significativamente a este problema. La falta de control y monitoreo ha generado un deterioro paulatino que afecta directamente la biodiversidad y pone en riesgo la seguridad alimentaria (Salazar, 2022). Por otro lado, la calidad del agua resulta fundamental para el cumplimiento de todas las funciones que este recurso desempeña, ya que constituye un componente esencial para los principales sectores socioeconómicos, contribuyendo de diferentes formas al

desarrollo de cada uno de ellos. En particular, la actividad agrícola demanda volúmenes significativos de agua con buena calidad para el riego y los distintos procesos vinculados a la producción de alimentos, utilizando cerca del 70% del total de agua dulce consumida en el mundo (Nader, 2015).

En Perú, el Comité de Oxford de Ayuda contra el Hambre (*Oxfam*, 2016) señaló que, a pesar de contar con abundantes recursos hídricos, su distribución y calidad presentan grandes desigualdades. Muchas comunidades rurales dependen directamente de fuentes superficiales para actividades agropecuarias, sin realizar un tratamiento previo, lo que ocasiona un alto riesgo de contaminación. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018), la situación de la calidad del agua superficial en el país refleja los efectos del crecimiento poblacional y de las actividades económicas desarrolladas en las cuencas hidrográficas. El crecimiento de la demanda de agua y la gestión inadecuada de los residuos, sumados a los aportes procedentes de los pasivos ambientales y de la minería informal, genera una presión significativa sobre los cuerpos de agua. Cuando estos desechos ingresan a los ríos y lagos, deterioran su calidad, registran sus usos y afectan de manera directa a los ecosistemas acuáticos.

A nivel regional, la contaminación del agua pone en amenaza la producción de alimentos y la vida de la fauna. Según el estudio realizado por el *COEN* (2022), los pozos ubicados en el distrito de Coata presentan concentraciones elevadas de metales pesados y presencia de microorganismos, situación que ha generado enfermedades y pérdidas en las actividades agropecuarias. Problemáticas similares se han identificado en otros distritos como Huata, Capachica y Caracoto, lo que llevó a la declaración del estado de emergencia en el año 2021. Este escenario evidencia la necesidad y urgencia de mejorar la gestión del agua con el fin de promover un uso sostenible del recurso en la agricultura, la ganadería y la preservación del medio ambiente.

A nivel local, el río Chacaconiza constituye una fuente de agua de gran relevancia para el desarrollo de actividades agropecuarias en el distrito de Corani. Si bien la población local no depende de su consumo directo, pero su cercanía al río podrían generar una

probabilidad de aporte de contaminantes debido a actividades domésticas o prácticas inadecuadas de manejo de residuos, lo que incrementa la vulnerabilidad del cuerpo hídrico. El recurso hídrico cumple funciones ecológicas esenciales, es también utilizado para el riego de pastos y sustento de fauna silvestre. No obstante, su calidad ha sido afectada por la presencia de pasivos mineros provenientes de antiguas operaciones o actividades mineras, mineralización natural vinculados a la geología propia de la zona lo que representa un riesgo potencial para los ecosistemas acuáticos y los usos productivos del agua. En la actualidad, no existe una investigación reciente que examine de forma completa los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de sus aguas. Esta circunstancia supone un posible riesgo en la estabilidad ambiental y del ecosistema acuático, por lo que resulta imprescindible llevar a cabo una evaluación detallada que permita determinar el nivel de contaminación presente y de esta forma sugerir acciones de mitigación y salvaguarda del recurso natural.

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

¿Cuál es la calidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA-agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM del distrito de Corani, Carabaya - 2025?

#### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA-agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM?
- ¿Cuál es la calidad de los parámetros microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA-agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM?

### **1.2. ANTECEDENTES**

#### **1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Alfaro (2023), realizó un estudio para analizar la calidad del agua en el distrito las Brisas y del río Jilguero entre 2019 y 2021. Tomó 45 muestras de agua para analizar parámetros

como acidez, cloro, amoníaco y fosfatos, comparándolos con los límites establecidos. Los resultados de las medidas de los parámetros fisicoquímicos fueron las siguientes: conductividad 134,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , temperatura 17,6 °C, E.Coli negativa, DQO 407 mg/L, DBO 219 mg/L, turbiedad 79,75 UNT, Estos mostraron altos niveles de amoníaco y fosfatos en el agua potable debido al uso agrícola intensivo, y se concluyó que el agua necesitaba ajustes en su acidez y cloro. En el caso del río Jilguero, se encontró contaminación moderada a severa, lo que limitaba su uso para actividades diversas.

Gómez et al., (2021), en el río Grande de Tárcoles analizaron la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua superficial del río. Sus resultados fueron: Temperatura 26,7 °C, pH 7.61, conductividad 464  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , turbidez 83 UNT, DBO 2.52 mg/L, nitratos 9.7 mg/L  $\text{NO}_3^-$ , coliformes totales 27700 NMP/100mL. Concluyen con la identificación de fuentes puntuales de contaminación como son desechos agrícolas, domésticos e industriales que son generadas por la alteración del uso del suelo, ausencia de tratamiento de agua residuales y las actividades antrópica cercanas al río.

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

Matos & Ticllasuca (2022), analizaron la calidad del agua en el río Tinquero, ubicado en la comunidad de Tinquercasa, tomando cinco muestras de agua para su estudio. Entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados, se encontraron los siguientes resultados: alcalinidad total promedio de 213.8 mg/L ( $\text{CaCO}_3$ ), aceites y grasas de 0.47 mg/L, conductividad de 344.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , DBO5 de 6.2 mg/L, DQO de 12.02 mg/L, pH de 7.9, oxígeno disuelto de 6.5 mg/L, variación de temperatura  $\Delta$  1.14, sólidos suspendidos totales de 50.2 mg/L, y 17 NMP/100 mL de coliformes totales. Los autores concluyeron que los parámetros analizados se ajustan a los estándares de calidad ambiental para el agua establecidos.

Llanos (2023), desarrolló un estudio titulado “Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua del río Yauli, Centro Poblado Yauli, Provincia Yauli, Región Junín”, con el propósito de determinar el estado ambiental de este cuerpo de agua, el cual se encuentra expuesto a la influencia de las actividades mineras y las descargas de vertimientos domésticos sin

tratamiento. En su investigación se analizaron parámetros fisicoquímicos, inorgánicos y microbiológicos. Obteniendo como resultado: el pH 8,0 y 9,1, conductividad eléctrica 991 y 2092  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , demanda bioquímica de oxígeno 4,5 y 52 mg/L. Los aceites y grasas fluctuaron entre 0,4 y 1,0 mg/L. En cuanto a los metales, se detectaron concentraciones elevadas de arsénico 0,05–0,25 mg/L, manganeso 0,2–1,5 mg/L, plomo 0,01–0,05, hierro 0,4–1,7 mg/L y zinc 0,09–1,04 mg/L. En el aspecto microbiológico, los coliformes fecales y *escherichia coli* alcanzaron hasta 79 000 NMP/100 mL. Concluye, que el río Yauli presenta un estado de contaminación moderada a alta, incumpliendo la mayoría de los valores de ECa categoría 4, subcategoría E2 ríos, salvo en el parámetro de aceites y grasas.

Contreras (2022), investigó los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y la presencia de metales pesados en el río Opamayo. Los resultados fisicoquímicos indicaron los siguientes promedios: cloruros de 8.243 mg/L, conductividad de 837.146  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , DBO5 de 9.724 mg/L, oxígeno disuelto de 6.132 mg/L y pH de 7.79. En cuanto a los parámetros microbiológicos, los valores obtenidos fueron de 648.409 NMP/100 mL en coliformes termotolerantes. Los metales pesados encontrados fueron: arsénico 0.033 mg/L, cadmio 0.002 mg/L, cobre 0.022 mg/L, mercurio 0.00028 mg/L y plomo 0.032 mg/L. El estudio concluyó que algunos parámetros como el plomo y la DBO5 no cumplen con los estándares de calidad ambiental para el agua establecidos.

Tamayo (2021), realizó un análisis de la calidad del agua en el río Huari, ubicado en Ancash, con el objetivo de evaluar su índice de calidad. Entre los hallazgos, se observó un incremento en los niveles de plomo, cuyo valor máximo fue de 0.06 mg/L. Asimismo, los valores de arsénico oscilaron entre 0.02 mg/L y 0.05 mg/L, el cadmio presentó niveles entre 0.05 mg/L y 0.12 mg/L, el cromo entre 0.05 mg/L y 0.12 mg/L, el pH alcanzó un valor máximo de 8.51 mg/L y los coliformes fluctuaron entre 2001 y 2006 NMP/100 mL. Los resultados concluyeron que la calidad ambiental en tres de los puntos de muestreo fue buena, aunque el segundo punto presentó una variación considerable, atribuida a la materia orgánica de los vertidos de aguas residuales sin tratamiento. A pesar de esto, la

mayoría de los parámetros analizados cumplían con la normativa vigente del D.S. N°004-2017-MINAM.

### 1.2.3. A NIVEL REGIONAL

Gerónimo (2022), realizó un estudio con el propósito de evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del río llave. Entre los resultados obtuvo los siguientes valores: temperatura de 14.96 °C, sólidos disueltos totales de 949.17 mg/L, conductividad eléctrica de 468.67  $\mu$ S/cm, pH de 7.09, demanda bioquímica de oxígeno de 37.92 mg/L, demanda química de oxígeno de 56.5 mg/L, oxígeno disuelto de 5.03 mg/L, fósforo total de 1.39 mg/L, nitratos de 10.91 mg/L y coliformes termotolerantes con 3300 NMP. El estudio concluye que parámetros como la temperatura, la conductividad eléctrica y el pH se encuentran dentro de los límites establecidos por el Decreto Supremo 004-2017-MINAM para la ECA, categoría 4. Sin embargo, los indicadores de demanda bioquímica de oxígeno, el oxígeno disuelto, el fósforo total, los nitratos y los coliformes termotolerantes sobrepasan los valores permitidos por la normativa nacional.

Coaquira (2024), realizó su investigación en la parcialidad de Aseruni, provincia de El Collao, con el propósito de analizar la calidad del agua del río llave a partir de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados obtenidos en estas mediciones fueron los siguientes: pH 7,8; conductividad eléctrica (CE) 0,67  $\mu$ S/cm; oxígeno disuelto mg/L6,63; demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 52,83 mg/L; fosfatos 0,03; nitratos 0,87 mg/L; sólidos disueltos totales 0,33 mg/L; plomo 0,002 mg/L; cadmio 0,002 mg/L; mercurio 0 mg/L; y coliformes termotolerantes 15 NMP/100 ml. Concluyendo, que el agua del río llave en el sector Aseruni presenta una buena calidad de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), ya que todos los valores se encuentran dentro de los rangos permitidos, lo que indica que el recurso hídrico puede ser utilizado en determinados fines.

Suasaca (2025), realizó su investigación con el objetivo de evaluar el grado de contaminación generado por la presencia de mercurio (Hg), cromo (Cr) y plomo (Pb) en la Cuenca Baja río Coata Puno. Como resultado obtuvo: concentraciones de mercurio (Hg) de 0,0009 mg/L, cromo (Cr) de 0.004 mg/L y plomo (Pb) de 0,017 mg/L, fueron

comparados con los ECA categoría 4 del D.S. N° 004-2017 MINAM. Concluye que la cuenca baja del río Coata–Puno muestra una alta presencia de mercurio (Hg) y plomo (Pb), en tanto que el cromo (Cr) no supera los valores establecidos por la regulación vigente.

Castillo et al. (2022), analizaron la calidad del agua en llave, Puno. Como resultado dentro de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron: pH (7.94–8.05), dureza (160.67–174.62 mg/l), cloruros (111.67–143.61 mg/l), sulfatos (56.36–69.54 mg/l), nitratos (todos negativos), nitritos (0.53–0.96 mg/l) y sólidos disueltos totales (367.23–458.27 mg/l), las coliformes totales (<0.3–46 NMP/100ml). Concluyeron que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estaban inferiores de las normas señaladas actuales de los ECAs con excepción la turbidez que superan los ECAs. En metales pesados presentan valores inferiores de lo recomendado en las normas ECAs, sin embargo los iones plomo con 0.0842mg/l, el cual es el único que excede los estándares recomendados de 0.01 mg/l.

### **1.3. OBJETIVOS**

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

Evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA-agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM del distrito de Corani, Carabaya - 2025.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA- agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA- agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

##### 2.1.1. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua está determinada por el conjunto de propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas que posee este recurso y que permiten definir si es adecuado o no para diferentes usos, como el consumo humano, riego agrícola, actividades ganaderas o fines industriales. Dichas características se ven directamente influenciadas por los procesos naturales y, en mayor medida, por las actividades que el ser humano desarrolla en su entorno (Torres & Yurico, 2023).

El agua constituye un elemento indispensable para la vida y es clave para el progreso social y económico de cualquier país, especialmente en regiones donde este recurso es fundamental para la producción y sostenibilidad de las actividades productivas. En el caso del Perú, la compleja geología asociada a la cordillera de los Andes y la presencia de una intensa actividad minera generan condiciones propicias para la contaminación de fuentes hídricas con metales pesados. Contaminantes como el cadmio en la zona norte, el plomo en el área central y el arsénico en el sur han sido identificados en diversas fuentes de agua potable, generando riesgos crónicos para la salud pública y representando un desafío permanente para su control (Chávez, 2018). Por otro lado (Teves, 2023) destaca que el agua es considerada un recurso renovable debido a su presencia en el ciclo hidrológico, el cual garantiza su disponibilidad; no obstante, su gestión adecuada es esencial para asegurar su conservación y contribuir al desarrollo del país.

En la gestión de la calidad del agua, se recomienda el desarrollo e implementación de programas de monitoreo tanto para aguas superficiales como subterráneas. Estos programas deben involucrar a los usuarios del agua, incluir la identificación y seguimiento de vertimientos contaminantes, promover iniciativas para mejorar la calidad del agua en las cuencas y establecer laboratorios especializados para la realización de estudios detallados (ANA, 2009).

### **2.1.2. EL AGUA**

El agua es un recurso esencial para el equilibrio de los ecosistemas y la supervivencia de todas las formas de vida. A la vez, representa un recurso estratégico para el desarrollo social y económico, ya que posibilita actividades esenciales como la agricultura, la ganadería, los procesos industriales y la provisión de diversos servicios. Este recurso, al formar parte del ciclo hidrológico, puede conservar sus características naturales durante largos períodos siempre que no se vea afectado por la intervención humana o factores externos que alteren su composición. Sin embargo, en las últimas décadas se ha evidenciado una notable disminución en su disponibilidad y calidad debido al incremento poblacional, la expansión urbana y el crecimiento de actividades productivas que demandan grandes volúmenes de agua, lo que ha generado presión sobre las fuentes naturales y acelerado su contaminación (Marín, 2019).

### **2.1.3. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA**

Los parámetros fisicoquímicos son fundamentales para evaluar la calidad del agua, ya que permiten conocer sus propiedades y determinar si es apta para diferentes usos. Estos parámetros facilitan el diagnóstico de posibles alteraciones en su composición natural, causadas por procesos geológicos o actividades humanas, y sirven como base para identificar niveles de contaminación. Entre los indicadores más comúnmente analizados se encuentran el pH, la conductividad eléctrica, la temperatura, los sólidos disueltos totales (TDS), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), el color, la turbidez y la presencia de nitratos, entre otros (Márquez et al., 2025).

- a) **Color:** Se genera a partir de sustancias disueltas y coloidales. Las aguas superficiales adquieren color debido a la presencia de materiales o sustancias pigmentadas suspendidas en ellas (Huancas, 2017).
- b) **Conductividad eléctrica:** Hace referencia a la capacidad del agua para transmitir energía, lo cual depende de la presencia de iones disueltos. La temperatura del agua juega un papel crucial en este fenómeno, ya que cuando la temperatura aumenta, también lo hace la capacidad del agua para conducir electricidad (Chancari, 2024).
- c) **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):** Este parámetro permite estimar de manera directa la carga de materia orgánica biodegradable presente en el agua, ya que expresa la cantidad de oxígeno que los microorganismos requieren para llevar a cabo su proceso de descomposición en condiciones aeróbicas. (Cruz, 2021).
- d) **Demanda Química de Oxígeno (DQO):** Es un indicador empleado para evaluar la existencia de material orgánico, como señal de contaminación (Rojas, 2023).
- e) **Nitratos( $\text{NO}^{-3}$ ):** Son compuestos nitrogenados que, en exceso, pueden afectar la salud y el equilibrio del ecosistema acuático. Su presencia generalmente proviene del uso de fertilizantes agrícolas y residuos orgánicos (Cabrera et al., 2003).
- f) **Potencial de hidrógeno (pH):** Este valor mide la concentración de iones de hidrógeno en el agua, lo que determina su acidez o alcalinidad. Un pH bajo indica mayor acidez, mientras que un pH alto refleja mayor alcalinidad. El pH es un indicador importante de las propiedades químicas del agua y su capacidad para interactuar con otras sustancias (Saavedra, 2019).
- g) **Sólidos Totales Disueltos (TDS):** Es la cantidad de iones móviles, donde se incluyen minerales, sales y metales, dispersos en un volumen específico de agua y se describe en miligramos (mg) por unidad de volumen o en mililitros por litro (mg/L) (Paccori, 2024).
- h) **Temperatura:** Es un parámetro de gran relevancia física, ya que se relaciona con la velocidad a la cual ocurren las reacciones químicas. Es un factor fundamental para el desarrollo de los organismos acuáticos. Este parámetro está fuertemente

influenciado por la radiación solar, que juega un papel clave en la regulación térmica de los cuerpos de agua (Matamoros & Mendoza , 2023).

- i) **Turbidez:** Se refiere a la disminución de la transparencia del agua causada por partículas en suspensión como arcilla, materia orgánica o microorganismos. Es un indicador físico importante de contaminación (Mamani et, 2024).

#### 2.1.4. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA

El estudio de los peligros microbiológicos son los que se originan al ingerir agua contaminada. Generalmente, los contaminantes llegan al agua a través de la introducción de residuos orgánicos provenientes de seres humanos o animales, los cuales favorecen la proliferación de microorganismos patógenos, como virus, bacterias, helmintos y otros agentes biológicos perjudiciales. Los patógenos de las heces, frecuentemente provocan alteraciones bruscas y repentinas en la calidad microbiana del agua e incrementos bruscos en los niveles de patógenos, podrían incrementar considerablemente el peligro y el surgimiento de enfermedades a través del agua. Al no identificar los parámetros microbiológicos del agua por el individuo, es posible estar expuestos a múltiples enfermedades transmitidas por el agua. Los microorganismos actúan como bioindicadores de la materia orgánica y podrían no resultar dañinos, ya que son organismos de vida libre. Escherichia coli es , sin duda, un tipo de bacteria presente tanto en el cuerpo de las personas como en el animal (Ticona, 2023).

- a). **Coliformes Termotolerantes:** Son bacterias capaces de fermentar lactosa a 44,5 °C produciendo gas y ácido, lo que permite su identificación en análisis microbiológicos. Su detección indica contaminación fecal reciente y, por tanto, la posible presencia de patógenos más peligrosos en el agua (Hallasi, 2018).

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Estándares de Calidad Ambiental: Son criterios técnicos que determinan los niveles máximos permisibles de concentración de sustancias químicas, elementos físicos y compuestos biológicos presentes en el agua, el aire y el suelo. Su finalidad es asegurar que dichos valores no generen impactos negativos en la salud humana ni alteren el

equilibrio de los ecosistemas, funcionando como una referencia para la gestión ambiental y el control de la contaminación (Costa, 2021).

2.2.2. Metales pesados: Son aquellos elementos con elevado peso molecular que, aun en bajas concentraciones, pueden resultar nocivos para los seres vivos. Se caracterizan por su alta toxicidad, capacidad de acumularse progresivamente en tejidos biológicos (bioacumulación), persistencia en el medio ambiente debido a su lenta descomposición y posibilidad de transformarse en compuestos aún más peligrosos mediante procesos biológicos o químicos, lo que incrementa su riesgo ambiental (López et al., 2024).

2.2.3. Ríos: Los ríos constituyen una fuente esencial de recursos hídricos y desempeñan un papel fundamental en el sostenimiento de la vida y en el desarrollo de actividades humanas como la agricultura, la minería, la ganadería, la industria y la generación de energía. Además de su importancia económica y social, los ríos cumplen funciones ecológicas claves dentro de las cuencas hidrográficas; por ello, su uso debe ser planificado de manera responsable y sostenible, considerando su calidad, disponibilidad y conservación como parte de una gestión integral del recurso hídrico (Teve, 2023).

### **2.3. MARCO NORMATIVO**

- Ley de Recursos Hídricos (ley N° 29338).
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales ( Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).
- Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua fueron establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Para el presente estudio se considera la categoría 4 y subcategoría E2 ríos que consigna parámetros de conservación del ambiente y considera cuerpos naturales de agua superficiales.

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

#### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La calidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza no cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM del distrito de Corani, Carabaya - 2025.

#### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- La calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial del río Chacaconiza no cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.
- La calidad de los parámetros microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza no cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

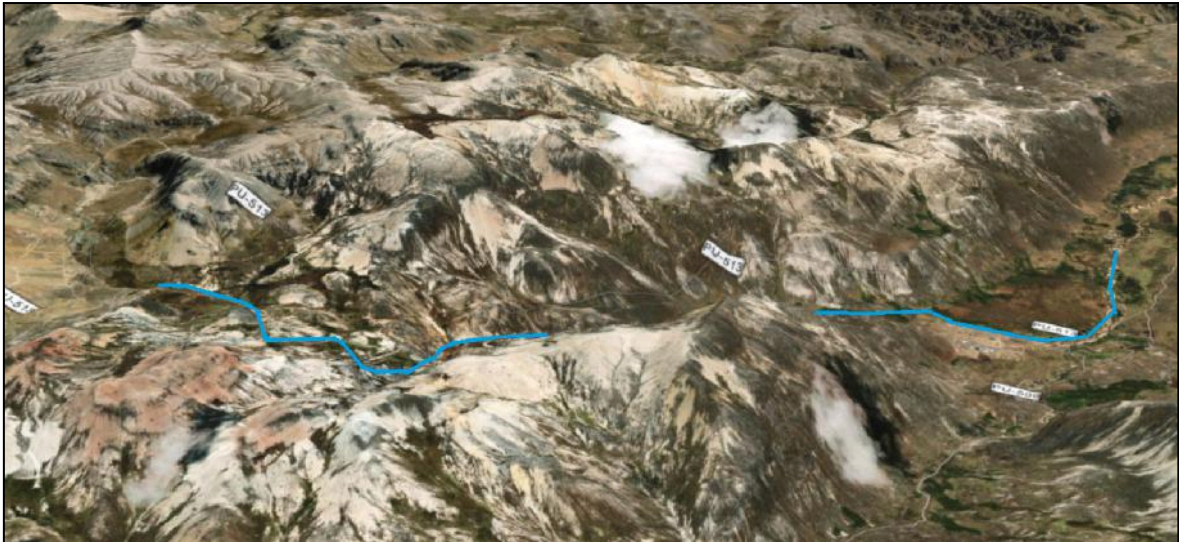
## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en la comunidad campesina de Chacaconiza, distrito de Corani, provincia de Carabaya de la región Puno, a 4414 msnm. El río Chacaconiza, tiene una extensión aproximada de 7.5 kilómetros dentro de ello se considera sus confluencias. Dando origen a sus aguas desde los cerros altos de Minaspata perteneciente a la comunidad de Chacaconiza. Presenta hasta 2 afluentes que conforman el río.

La población de la comunidad Campesina Chacaconiza está ubicada a 35 kilómetros del distrito de Corani y a 56.7 kilómetros de la provincia de Carabaya, se dedica a la crianza de ganado ovinos, camélidos y entre otros; así como al cultivo de forraje para el ganado, cultivo de papa y hortalizas. Para cada una de estas actividades los habitantes de la población de la comunidad recurren al río, con el fin de desarrollar sus actividades ganaderas y agrícolas de la zona.



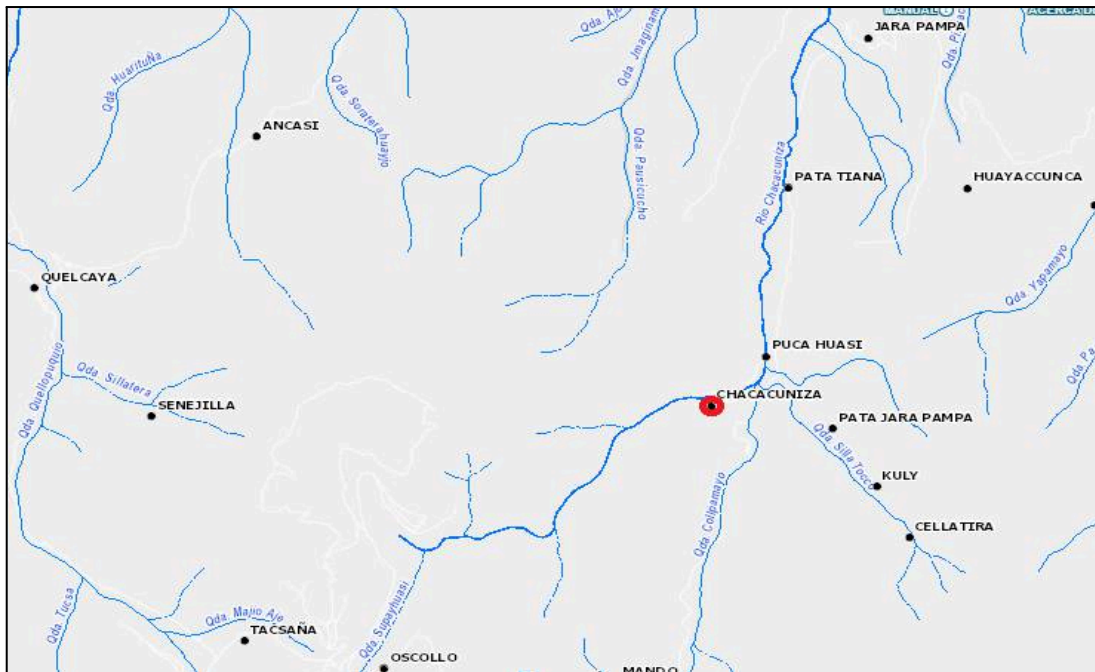
**Figura 01:** Vista Semi-Vertical del Río Chacaconiza

**Fuente:** Geocatmin.ingemmet

## **3.2 .POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

El presente estudio se centró en las aguas del río Chacaconiza, que tiene una longitud de 21.05 km, altitud de 4414 msnm. El río se forma a través de la influencia de las quebradas Supayhuasi y Colla Mayo que están cercanas al río Chacaconiza y desemboca en el río Corani. Propiamente ubicada en la comunidad de Chacaconiza, distrito de Corani, provincia de Carabaya.



**Figura 02:** Red Hidrográfica

**Fuente:** SIGRID.cenepred

### 3.2.2. MUESTRA

El muestreo se realizó en dos puntos seleccionados mediante el método no probabilístico por conveniencia. Considerando criterios de accesibilidad, la proximidad a la comunidad y el flujo natural del río. Los puntos de estudio se ubicaron dentro de un tramo de 5 kilómetros del río Chacaconiza, en las siguientes coordenadas geográficas: el primer punto en Latitud  $14^{\circ} 2'12.88''S$  y Longitud  $70^{\circ}41'31.51''O$ , y el segundo punto en Latitud  $14^{\circ} 1'8.71''S$  y Longitud  $70^{\circ}39' 38.46''O$ .



**Figura 03:** Puntos de muestreo

**Fuente:** Adaptado de la imagen satelital Google Earth Pro.

### 3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

**Enfoque:** Cuantitativo

**Tipo de investigación:** Descriptivo

**Diseño de investigación:** No experimental - Transversal

**Técnica:** Registro, observación

#### 3.3.1. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO

**Objetivo 01: Para el Objetivo Específico 1:** Determinar la calidad fisicoquímica del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA-agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

#### **Selección y preparación de puntos de muestreo:**

En cuanto a la ubicación de los puntos de muestreo se consideraron con referencia a los pasivos ambientales que se tiene en la zona. Las muestras de agua se tomaron en dos puntos de las cuales el primer punto está ubicado directamente donde se tiene pasivos ambientales de las antiguas operaciones mineras y el segundo punto se tomó la muestra cerca a la población.

Previamente antes de realizar el muestreo se revisó y ubicó el área con GPS y se efectuó un reconocimiento *in situ* del punto de muestreo en el río.

**Tabla 01:** Coordenadas de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud
	N	E	
PM1-01	8447537.00	317276.00	4823
PQ1-02	8449530.00	320652.00	4416

**Nota.** Datos recopilados por el autor en la zona de estudio.

#### Preparación de materiales y toma de muestras

- Antes de salir a campo se verificaron los materiales a utilizar en el muestreo, como son el multiparametro y los frascos.
- El muestreo se realizó a 15 cm de profundidad aproximadamente, orientado el frasco contra corriente.
- Se efectuó el triple enjuague con el propio agua del punto (excepto para microbiología, donde se evitó el enjuague para mantener la esterilidad).
- Se recolectaron las muestras independientemente para :
  - Físicoquímico: En frascos color canela de 250 ml, llenando por completo los frascos, se tomaron con guantes y barbijo para evitar cualquier alteración de las muestras y se conservó.
- Se midieron *in situ* y se registraron en campo: Temperatura, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto.
- Se llenó la cadena de custodia, recopilando los datos *in situ* en el punto de muestreo conforme al protocolo nacional.
- Todas las muestras se rotularon con la fecha, hora, nombre del muestreador y la muestra requerida para el análisis físicoquímico.

## Conservación y transporte

- Inmediatamente después de recolectar las muestras se conservaron de 4 °C a 10 °C en una caja de polietileno con hielo.
- Se mantuvo la caja cerrada hasta su entrega en el laboratorio.
- Las muestras llegaron al laboratorio el mismo día del muestreo, manteniendo su temperatura.

**Objetivo 02:** Determinar la calidad microbiológica del agua superficial del río Chacaconiza, según los ECA- agua categoría 4 (E2) Conservación del ambiente acuático del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

## Selección y preparación de puntos de muestreo:

- Se ubicó el área con GPS y se efectuó un reconocimiento *in situ* del punto de muestreo en el río.

## Preparación de materiales y toma de muestras

- Antes de salir a campo se verificaron los materiales a utilizar en el muestreo, como son el multiparametro, los frascos,
- El muestreo se realizó a 15 cm de profundidad aproximadamente, orientado el frasco contra corriente.
- Para este caso del muestreo microbiológico, se evitó el enjuague para mantener la esterilidad, ya que los frascos fueron llevados ya esterilizados al área de muestreo de cada punto de muestreo.
- Se recolectaron las muestras independientemente para :
  - Microbiológico: En frascos color canela de 250 ml y esterilizados, llenando por completo los frascos, se manipularon con guantes y barbijo, evitando tocar el interior del tapón y se conservó la muestra.
- Se midieron *in situ* y se registraron en campo: Temperatura, conductividad eléctrica, pH y oxígeno disuelto.
- Se llenó la cadena de custodia, recopilando los datos *in situ* en el punto de muestreo conforme al protocolo nacional.

- Todas las muestras se rotularon con la fecha, hora, nombre del muestreador, muestra requerida para el análisis microbiológico.

### **Conservación y transporte**

- Inmediatamente después de colectadas las muestras se conservaron a 4 °C a 10 °C en la caja de polietileno con hielo.
- Se mantuvo la caja cerrada hasta su entrega en el laboratorio.
- Las muestras llegaron al laboratorio el mismo día del muestreo y conservando su temperatura.

### **Análisis de laboratorio**

Se realizaron los análisis en el laboratorio Megalaboratorios Químicos de los Andes S.A.C. (MQA LABS), los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se compararon con los Estándares de Calidad Ambiental D.S. 004-2017-MINAM.

### **3.3.2. MATERIALES**

Materiales de campo.

- Frascos de vidrio color canela de 250 mL, estériles y rotulados
- Guantes de nitrilo desechables.
- Barbijo
- Etiquetas y marcador indeleble.
- Caja de polietileno con hielo
- Formatos de campo como son: Formulario para el registro de datos de muestras de agua y formulario para la cadena de custodia de las muestras.

Materiales portátiles (*in situ*)

- GPS portátil para georeferenciación de puntos de muestreo.
- Cámara fotográfica que se utilizó para la recopilación de evidencia del muestreo realizado en cada uno de los puntos.
- Multiparametro que se usó para medir los datos *in situ*, como son los parámetros de pH, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 02:** Operacionalización de variables

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>
		Turbidez	UNT
		Sólidos Totales Disueltos	mg/L
		Temperatura	°C
		pH	0 - 14
<b>Variable independiente:</b>	<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	Conductividad	µS/cm
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>		Nitratos	mg/L
<b>y</b>		Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L
<b>microbiológico</b>		Plomo	mg/L
<b>s</b>		Cadmio disuelto	mg/L
		Zinc	mg/L
	<b>Parámetros microbiológicos</b>	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml

<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Variable dependiente:</b>	<b>Estándares de Calidad Ambiental</b>	Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	<b>Cumple</b>
<b>Calidad del agua superficial del río</b>		Categoría 4 (E2) Conservación del ambiente acuático.	<b>No cumple</b>

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para el tratamiento de los resultados fisicoquímicos e inorgánicos se aplicó un análisis descriptivo, obteniéndose valores numéricos que representan las condiciones determinadas en el laboratorio. Estos resultados permitieron caracterizar el comportamiento de cada parámetro de los puntos de muestreo.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, se efectuó un análisis descriptivo que nos muestra la presencia o ausencia de microorganismos indicadores como los coliformes termotolerantes.

Los resultados que se obtuvieron en el análisis fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental D.S N°004-2017-MINAM, a fin de evaluar si las concentraciones registradas cumplían o no con los estándares de calidad para agua. Esta comparación permitió identificar que los parámetros se encontraban dentro de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos y cuales presentaron posibles riesgos para la calidad del agua del río Chacaconiza.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. EXPOSICIÓN INTEGRAL Y DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS HÍDRICOS

En este capítulo presento los resultados que se obtuvieron del análisis de las muestras de agua que se recolectó en el río Chacaconiza, en el distrito de Corani. Este río, que nace en las alturas de Minaspata y recorre aproximadamente 7.5 kilómetros, es de vital importancia para la Comunidad Campesina de Chacaconiza. Si bien la población local no depende directamente del río para su consumo, el recurso cumple funciones ecológicas esenciales y es utilizado por la fauna doméstica y silvestre. Asimismo, en sectores ubicados aguas abajo de la cuenca, se tiene presencia de comunidades biológicas acuáticas, así como también el agua está siendo empleada para riego complementario.

Por esta razón, me propuse evaluar detenidamente las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, utilizando como referencia lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 4 (E2) – que corresponde específicamente a la conservación del ambiente acuático en ríos de la costa y sierra (D.S. N°004-2017-MINAM). La selección de esta categoría se fundamenta en que el río Chacaconiza forma parte de un sistema hidrográfico interconectado donde las alteraciones en la calidad del agua en la cuenca alta como en las subcuencas afluentes para su formación, pueden expandirse hacia las cuencas bajas, afectando potencialmente a los ecosistemas acuáticos a lo largo de toda la cuenca.

Todos los análisis fueron realizados en el laboratorio Megalaboratorios Químicos de los Andes S.A.C. (MQA LABS), institución acreditada y certificada que garantiza la

confiabilidad de los resultados mediante métodos estandarizados y protocolos de control de calidad, conforme a las normas nacionales e internacionales vigentes.

#### 4.1.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

**Tabla 03:** Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la muestra del punto PM1-01.

Parámetro	Unidad	Muestra PM1-01
pH	–	4.56
Conductividad Eléctrica (C.E.)	μS/cm	300
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	150
Temperatura	°C	14.0
Nitratos	mg/L	0.09
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	4.08
Cadmio (Cd)	mg/L	<0.001
Plomo (Pb)	mg/L	<0.005
Zinc (Zn)	mg/L	<0.1
Color	–	Incoloro
Olor	–	Inodoro
Turbidez	NTU	7.02
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	>500

En la Tabla N° 3, se presentan los resultados del punto de muestreo PM1-01, donde el análisis revela un pH de 4.56, valor que se sitúa por debajo del rango establecido (6.5 - 9.0) en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la Categoría 4 - Subcategoría E2, evidenciando una condición ácida no apta para la conservación del ambiente acuático. La conductividad eléctrica (300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) se mantiene por debajo del límite normativo (1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mientras que los sólidos totales disueltos (150 mg/L) superan el valor máximo permisible (100 mg/L), indicando una mineralización elevada para este estándar. La temperatura (14 °C) se encuentra dentro de la variación natural permitida. La turbidez (7.02 NTU) sugiere la presencia de material particulado en suspensión, aunque se mantiene muy por debajo del límite de 50 NTU establecido en la norma que se asocian al arrastre superficial o a la dinámica del cauce.

En cuanto a la composición química, los nitratos (0.09 mg/L) registran una concentración muy inferior al límite máximo (13 mg/L), descartando problemas de eutrofización. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (4.08 mg/L) refleja una baja carga orgánica y se encuentra dentro del estándar (10 mg/L), compatible con la conservación del ambiente acuático. Respecto a los metales pesados como el cadmio y plomo presentan concentraciones que superan los estándares de calidad ambiental, mientras que el zinc se mantiene dentro de lo establecido, indicando una presencia mínima.

Por otro lado, en las características organolépticas se describió el agua como incolora e inodora, sin alteraciones perceptibles. No obstante, el análisis microbiológico reveló presencia de coliformes termotolerantes (>500 NMP/100 ml), valor que si bien no supera el límite 2000 NMP/100ml, indica contaminación fecal que podría afectar a los ecosistemas acuáticos.

**Tabla 04:** Resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la muestra del punto PQ1-02.

Parámetro	Unidad	Muestra PQ1-02
pH	–	5.49
Conductividad Eléctrica (C.E.)	μS/cm	130
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	65
Temperatura	°C	14.0
Nitratos	mg/L	0.05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	2.64
Cadmio (Cd)	mg/L	<0.001
Plomo (Pb)	mg/L	<0.005
Zinc (Zn)	mg/L	<0.1
Color	–	Incoloro
Olor	–	Inodoro
Turbidez	NTU	4.20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	>400

En la Tabla N° 4, se presentan los resultados obtenidos en el punto de muestreo PQ1-02, donde el agua muestra un pH de (5.49), que si bien sigue reflejando acidez, resulta menos marcado en comparación con el primer punto. La conductividad eléctrica (130 μS/cm) se sitúa muy por debajo del límite establecido (1000 μS/cm). En este punto, los

sólidos totales disueltos (65 mg/L) cumplen con el ECA, al no superar el valor máximo de (100 mg/L), lo que indica una mineralización moderada, mientras que la temperatura (14 °C) mantiene valores estables en concordancia con las condiciones naturales de la zona. La turbidez (4.20 NTU) evidencia la presencia de partículas en suspensión, aunque en menor proporción frente a PM1-01.

En lo referente a la composición química, los nitratos (0.05 mg/L) se presentan en niveles bajos. La DBO<sub>5</sub> (2.64 mg/L) señala una carga orgánica ligera en comparación con la observada en PM1-01.

En el análisis de metales, las concentraciones de cadmio y plomo superan lo establecido en los estándares de calidad ambiental, presentando un riesgo para la conservación del ambiente acuático, el zinc se mantiene por debajo del límite establecido, indicando una baja presencia de estos elementos en la muestra. Asimismo, en las características organolépticas se describió el agua como incolora e inodora, sin alteraciones perceptibles.

Por último, el componente microbiológico reveló la presencia de coliformes termotolerantes (>400 NMP/100 ml), valor que si bien no supera el límite 2000 NMP/100ml, indica un grado de contaminación fecal que constituye un aspecto relevante en la calidad sanitaria del agua de este punto.

#### 4.1.2. COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LAS ECAS-AGUA CATEGORÍA 4 (E2) DEL DECRETO SUPREMO N°004-2017-MINAM

**Tabla 05:** Evaluación comparativa de los resultados respecto a las ECA-Agua (Categoría 4 – E2) del D.S. N°004-2017-MINAM de la muestra PM1-01.

Parámetro	Unidad	Resultados (PM1-01)	Límite ECA (Cat. 4 – E2)	Cumple/No cumple
pH	–	4.56	6.0 – 9.0	No cumple
Conductividad Eléctrica (C.E.)	µS/cm	300	1000	Cumple
Sólidos totales disueltos	mg/L	150	100	No cumple
Temperatura	°C	14.0	±3 del valor natural	Cumple
Nitratos	mg/L	0.09	13	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	4.08	10	Cumple
Cadmio (Cd)	mg/L	<0.001	0.00025	No cumple
Plomo (Pb)	mg/L	<0.005	0.0025	No cumple
Zinc (Zn)	mg/L	<0.1	0.12	Cumple
<i>Coliformes</i> <i>Termotolerantes</i>	NMP/100 ml	>500	2000	Cumple

En la Tabla N° 5, se presenta la comparación de los resultados obtenidos en la muestra PM1-01 con los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4 – Subcategoría E2 (Decreto Supremo N°004-2017-MINAM). En general, se evidencia un panorama complejo en la calidad del recurso hídrico. El análisis integral permite identificar tanto aspectos favorables como situaciones críticas que requieren atención prioritaria.

Sin embargo, se identificaron tres incumplimientos relevantes que afectan a la calidad del agua. El primero corresponde al pH (4.56), el cual se encuentra por debajo del rango normativo (6.0 – 9.0), indicando una acidez marcada que puede afectar la estabilidad de los procesos biológicos y químicos del ecosistema acuático. El segundo incumplimiento corresponde a los sólidos totales disueltos (150 mg/L), que superan el límite máximo permisible de 100 mg/L, indicando un grado de mineralización no aceptable para este estándar de conservación. El tercero factor crítico se observa en los metales pesados, donde el cadmio ( $<0.001$  mg/L) excedan los valores del límite establecido de (0.00025 mg/L) y plomo excede los valores límite establecido de ( 0.0025 mg/L), a lo que se asocia a los pasivos ambientales, la formación geológica de la zona de estudio.

En contraste, parámetros como la conductividad eléctrica (300  $\mu$ S/cm) refleja una concentración iónica dentro de lo permisible. Los nitratos registran (0.09 mg/L), muy inferior al máximo permisible de (13 mg/L), indicando una baja concentración de nutrientes. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (4.08 mg/L) refleja una carga orgánica moderada que no representa riesgo significativo. El zinc ( $<0.1$  mg/L) se mantiene dentro del estándar de (0.12 mg/L).

En cuanto a los coliformes termotolerantes ( $>500$  NMP/100 mL), estos se ubican por debajo del valor máximo permitido (2000 NMP/100 mL), por lo que cumplen con lo establecido en los ECAs.

En conjunto, los resultados ponen en evidencia que, aunque la mayoría de los parámetros cumplen con los estándares de calidad, los incumplimientos en el pH del agua, los sólidos totales disueltos y la presencia de metales pesados constituyen los

principales factores críticos. Estos factores alteran la funcionalidad del ecosistema acuático y deben ser considerados en la evaluación integral de la calidad del recurso.

**Tabla 06:** Evaluación comparativa de los resultados respecto a las ECA-Agua (Categoría 4 – E2) del D.S. N°004-2017-MINAM de la muestra PQ1-02.

Parámetro	Unidad	Resultados (PQ1-02)	Límite ECA (Cat. 4 – E2)	Cumple/No cumple
pH	–	5.49	6.0 – 9.0	No cumple
Conductividad Eléctrica (C.E.)	µS/cm	130	1000	Cumple
Sólidos totales disueltos	mg/L	65	≤100	Cumple
Temperatura	°C	14.0	±3 del valor natural	Cumple
Nitratos	mg/L	0.05	13	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	2.64	10	Cumple
Cadmio (Cd)	mg/L	<0.001	0.00025	No cumple
Plomo (Pb)	mg/L	<0.005	0.0025	No cumple
Zinc (Zn)	mg/L	<0.1	0.12	Cumple
Turbidez	NTU	4.20	50	Cumple
Coliformes	NMP/100	>400	2000	Cumple

*Termotolerantes* ml

---

En la Tabla N° 6, se comparan los resultados obtenidos en la muestra PQ1-02 con los valores de referencia de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4 – Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM). En esta evaluación se observa que la mayoría de los parámetros cumplen con los límites establecidos, lo que refleja una mejor condición en comparación con la muestra PM1-01.

No obstante, se identificó dos incumplimientos relevantes que afecta la calidad del recurso hídrico: El pH (5.49) se encuentra ligeramente por debajo del rango permitido (6.0 – 9.0), indicando que el agua mantiene una condición de acidez moderada pero persistente, aunque menos acentuada que en el punto PM1-01. El segundo son los metales pesados, donde el cadmio presenta un valor de ( $<0.001$  mg/L) superan los estándares de calidad ambiental establecidos de (0.00025 mg/L) y plomo presenta un valor de ( $<0.005$  mg/L) supera los ECA establecidos normativamente vigentes de valor (0.0025 mg/L) respectivamente, indicando contaminación de fuentes que influyen de los pasivos ambientales y la geología de la zona de estudio.

Respecto a los demás parámetros que cumplen satisfactoriamente con la normativa se encuentra la conductividad eléctrica, que registra (130  $\mu$ S/cm), valor por debajo de los estándares de calidad ambiental establecidos de (1000  $\mu$ S/cm). Los sólidos totales disueltos presentan una concentración de (65 mg/L), dentro del rango permisible ( $\leq 100$  mg/L), indicando una mineralización moderada. Los nitratos mantienen niveles bajos (0.05 mg/L), significativamente inferiores al estándar de (13 mg/L), lo que descarta problemas de eutrofización. La demanda bioquímica de oxígeno (2.64 mg/L), indica una baja concentración de materia orgánica biodegradable, lo que complementa la idea de una mejor calidad respecto al punto anterior. En cuanto a metales pesados, el zinc ( $<0.1$  mg/L) presenta concentraciones aceptables dentro del estándar de (0.12 mg/L).

En cuanto a los coliformes termotolerantes (>400 NMP/100 mL), estos valores se ubican por debajo del límite normativo (2000 NMP/100 mL), por lo que cumplen con los ECAs, descartando en este caso un incumplimiento microbiológico.

En términos generales, aunque la muestra PQ1-02 presenta una condición de calidad más favorable que la muestra PM1-01, aunque el pH ácido y la presencia de metales pesados constituyen el principal factor de incumplimiento frente a los ECAs, lo que limita plenamente el cumplimiento de las condiciones establecidas para esta categoría de uso y demanda medidas de control y monitoreo continuo para garantizar la conservación del ambiente acuático.

#### 4.1.3. DIFERENCIACIÓN ENTRE CALIDAD DE AGUA DE LAS DOS MUESTRAS PM1-01 Y PQ1-02.

**Tabla 07:** Comparación de la calidad del agua entre las muestras PM1-01 y PQ1-02.

Parámetro	Unidad	PM1-01	PQ1-02	Observación
pH	–	4.56	5.49	Ambas muestras presentan acidez, más marcada en PM1-01.
Conductividad Eléctrica (C.E.)	μS/cm	300	130	Valores bajos en ambos casos; menor conductividad en PQ1-02.
Sólidos totales disueltos	mg/L	150	65	PM1-01 muestra mayor concentración a diferencia del PQ1-02 que muestra menor concentración.
Temperatura	°C	14.0	14.0	No se observa diferencia; ambas muestras mantienen la

Parámetro	Unidad	PM1-01	PQ1-02	Observación
				misma temperatura.
Nitratos	mg/L	0.09	0.05	Baja presencia en ambas muestras; mayor en PM1-01.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	4.08	2.64	Mayor carga orgánica biodegradable en PM1-01.
Cadmio (Cd)	mg/L	<0.001	<0.001	Si se detectaron niveles significativos en ambas muestras.
Plomo (Pb)	mg/L	<0.005	<0.005	Si se detectaron niveles significativos en ambas muestras.
Zinc (Zn)	mg/L	<0.1	<0.1	No se detectaron niveles significativos en ninguna muestra.
Turbidez	NTU	7.02	4.20	Mayor turbidez en PM1-01, aunque ambas dentro de rangos bajos.
<i>Coliformes Termotolerantes</i>	NMP/100 ml	>500	>400	Contaminación fecal en ambas muestras; más elevada en PM1-01.

En la Tabla N° 7 se comparan los resultados de las dos muestras analizadas (PM1-01 y PQ1-02), lo que permite evidenciar similitudes y diferencias en la calidad del agua entre ambos puntos de muestreo. En términos generales, se observa que PQ1-02 presenta

condiciones de mejor calidad en la mayoría de los parámetros, mientras que PM1-01 refleja mayores concentraciones de sales, nutrientes y materia orgánica, además de un nivel más alto de contaminación microbiológica.

En cuanto al pH, ambas muestras mostraron valores ácidos, siendo más pronunciada esta condición en PM1-01 (4.56) frente a PQ1-02 (5.49). Este comportamiento se asocia comúnmente a procesos de drenaje ácido de mina, lo cual es relevante considerando la presencia de pasivos ambientales mineros en la zona, que pueden liberar compuestos metales al agua superficial, alterando su equilibrio químico. La conductividad eléctrica en PQ1-02 (130  $\mu\text{S/cm}$ ) se evidencia una notable disminución respecto a PM1-01 (300  $\mu\text{S/cm}$ ). Esta reducción progresiva señala una menor concentración de iones disueltos en el sector aguas abajo, posiblemente atribuible a efectos de dilución por aportes de afluentes naturales. Los valores registrados se encuentran considerablemente por debajo de los estándares de calidad ambiental (1000  $\mu\text{S/cm}$ ), reflejando una mineralización general moderada en el sistema hídrico. Los sólidos disueltos totales presentan una concentración de (65 mg/L) en PQ1-02, valor notablemente inferior a los (150 mg/L) registrados en PM1-01. Esta reducción sustancial confirma el patrón de dilución identificado en otros parámetros y se mantiene dentro del límite establecido (<100 mg/L) para la subcategoría E2.

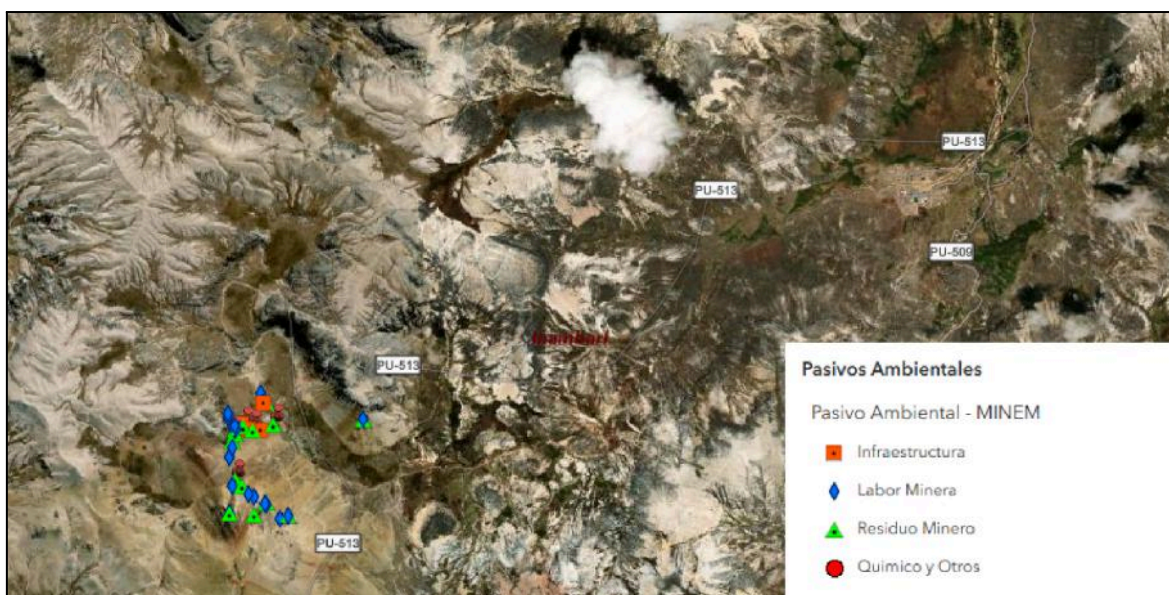
Respecto a las  $\text{DBO}_5$ , la mayor  $\text{DBO}_5$  (4.08 mg/L) en PM1-01 refleja una mayor presencia de materia orgánica biodegradable, mientras que en PQ1-02 (2.64 mg/L) la carga es menor, lo que sugiere condiciones de menor afectación. Por otro lado la concentración de los nitratos en ambos puntos de muestreo se mantienen significativamente por debajo de los estándares de calidad ambiental normativo (13 mg/L), con valores de (0.09 mg/L) en PM1-01 y (0.05 mg/L) en PQ1-02. Estos hallazgos indican una influencia reducida de fuentes de contaminación por nutrientes, descartando complicaciones por eutrofización en el tramo investigado.

En lo referente a los metales analizados en ambas muestras muestran que el cadmio (<0.001 mg/L) y el plomo (<0.005 mg/L) superan los estándares de calidad ambiental

establecidos para la categoría 4-E2, mientras que el zinc con un valor de ( $<0.1$  mg/L) se mantiene dentro del estándar normativo. Esta situación sugiere que, a pesar de la presencia de pasivos ambientales en la zona, la movilización de metales hacia el cuerpo de agua presenta un comportamiento diferenciado, donde cadmio y plomo representan un riesgo para el ecosistema acuático.

Finalmente, el análisis microbiológico si bien no supera los estándares de calidad ambiental (2000 NMP/100 mL), se evidenció la presencia de coliformes termotolerantes en ambas muestras, con resultados superiores a los (400 NMP/100 mL). Si bien en los dos puntos se confirma una contaminación fecal significativa, esta condición fue más marcada en PM1-01 ( $>500$  NMP/100 mL). Este factor puede estar relacionado tanto con las actividades pecuarias, dentro de las cuales no solo se consideran los animales domésticos, sino también animales silvestres de camélidos andinos como son las vicuñas y otros animales que habitan en la zona. La reducción de la capacidad de autodepuración en cuerpos de agua que ya presentan una carga química elevada.

Resumiendo, la evaluación comparativa muestra que el punto PM1-01 evidencia un mayor deterioro en la calidad del agua, manifestado mediante su acidez pronunciada, concentración alta de sólidos totales disueltos en el punto de PM1-01, presencia significativa de metales pesados como cadmio y plomo, junto con una carga microbiológica considerable. Estas condiciones pueden asociarse a la proximidad de pasivos ambientales mineros que alteran las propiedades químicas del recurso hídrico. Por otro lado, el punto PQ1-02 presenta mejores condiciones en la mayoría de los parámetros evaluados, aunque persisten dificultades relacionadas con la acidez, detección de metales pesados y contaminación fecal, confirmando que el impacto ambiental afecta a toda la región y no se limita a un área específica.



**Figura 04:** Pasivos ambientales - MINEM

**Fuente:** geocatmin.ingemmet

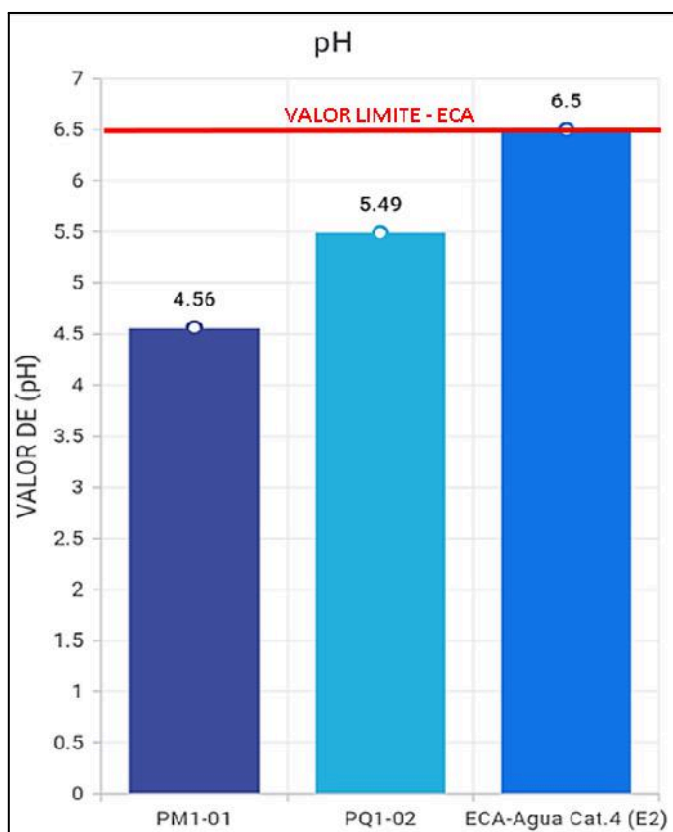
## 4.2. ANÁLISIS INTEGRAL DE LA CALIDAD DEL AGUA: INTERPRETACIÓN GRÁFICA Y COMPARATIVA

### 4.2.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

En el presente análisis se consideraron dos puntos de muestreo en el río Chacaconiza, cuerpo de agua que se extiende aproximadamente 7.5 kilómetros y cuya dinámica está influenciada por afluentes provenientes de los cerros altos de Minaspata, en la comunidad campesina de Chacaconiza. La elección de estos puntos respondió a la necesidad de evaluar la calidad del agua ante la presencia de pasivos ambientales mineros, las características de mineralización natural y la composición y/o formación geológica del área de estudio, los cuales representan fuentes potenciales de alteración o de contaminación de la calidad del recurso hídrico. La relevancia de esta evaluación radica en que, si bien la población local no depende directamente del consumo humano del agua del río, el recurso cumple funciones ecológicas esenciales y es utilizado por fauna doméstica y silvestre. Asimismo, en sectores ubicados aguas abajo de la cuenca alberga comunidades biológicas acuáticas y el agua podría estar siendo empleada para riego complementario. Por lo tanto, la interpretación de los parámetros fisicoquímicos obtenidos

en las muestras busca no solo caracterizar la composición del agua, sino también identificar los posibles riesgos ambientales que podrían afectar a los ecosistemas acuáticos y a los usos indirectos del recurso en la cuenca del río Chacaconiza.

#### 4.2.1.1 Análisis del parámetro pH



**Figura 05:** Concentraciones de pH en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

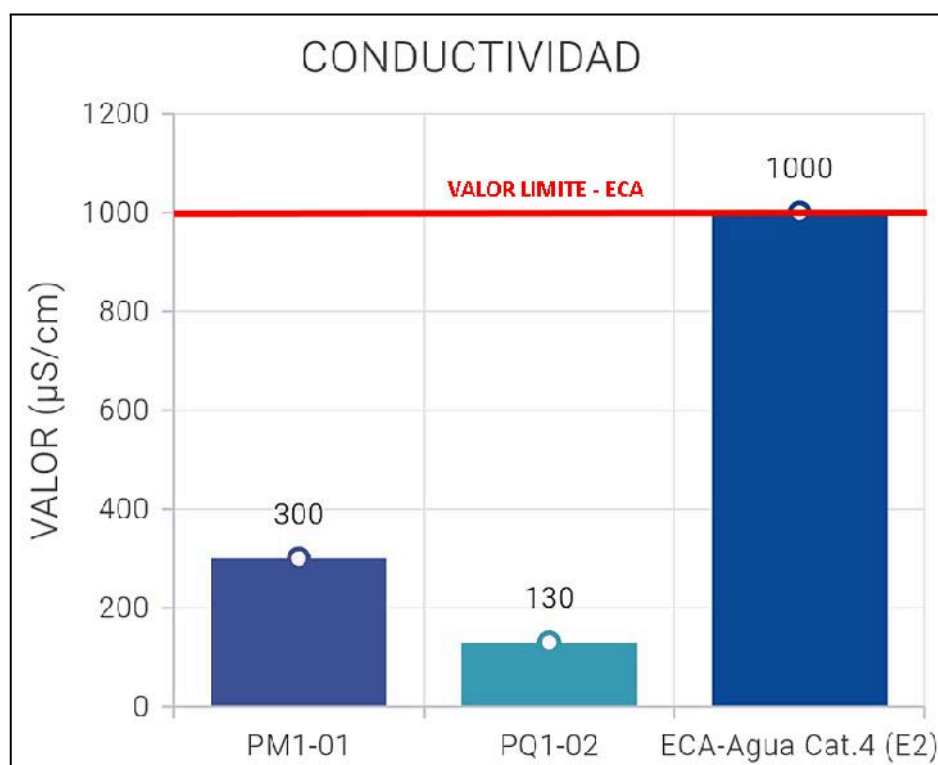
Según la Figura 05, la muestra PM1-01 presentó un pH de 4.56, mientras que PQ1-02 mostró un pH de 5.49, valores que se encuentran por debajo del rango permitido de 6.5 a 9.0 establecido por los ECAs para agua categoría 4 (E2). Esto evidencia que el agua del río Chacaconiza, especialmente en el punto PM1-01, presenta acidez significativa, situación que está influenciada por factores antrópicos y naturales, ya que en el área de estudio se tiene mineralización, pasivos ambientales asociados a antiguas explotaciones mineras, la influencia geológica que se caracteriza por formaciones ricas en minerales que favorecen procesos de lixiviación natural. Es importante mencionar que esta

condición ácida del río puede generar efectos negativos en el ecosistema acuático. Un pH bajo reduce la disponibilidad de nutrientes esenciales, más al contrario incrementa la solubilidad de metales pesados y afecta al equilibrio ecológico del río.

Al contrastar estos resultados con los antecedentes, se observa que otros cuerpos de agua en zonas rurales presentan valores de pH cercanos a la neutralidad. En concordancia con ello, Matos & Ticllasuca (2022) reportaron un pH promedio de 7.9 en el río Tinquen, de igual manera que Gerónimo (2022) registró un pH de 7.09 en el río llave. Estos antecedentes sugieren que, aunque la acidez es un problema recurrente en áreas afectadas por actividades antropogénicas y mineras, los valores del río Chacaconiza se encuentran más alterados, especialmente en el punto PM1-01.

De manera resumida, la comparación del pH con estudios diferentes se evidencia que la acidez del agua es el principal parámetro de preocupación, destacando la necesidad de un monitoreo continuo y de estrategias de mitigación que consideren la influencia de los pasivos ambientales mineros y el uso directo del agua para actividades agrícolas y ganaderas en la comunidad de Chacaconiza.

#### 4.2.1.2 Análisis del parámetro de Conductividad Eléctrica (C.E.)



**Figura 06:** Concentraciones de Conductividad Eléctrica en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

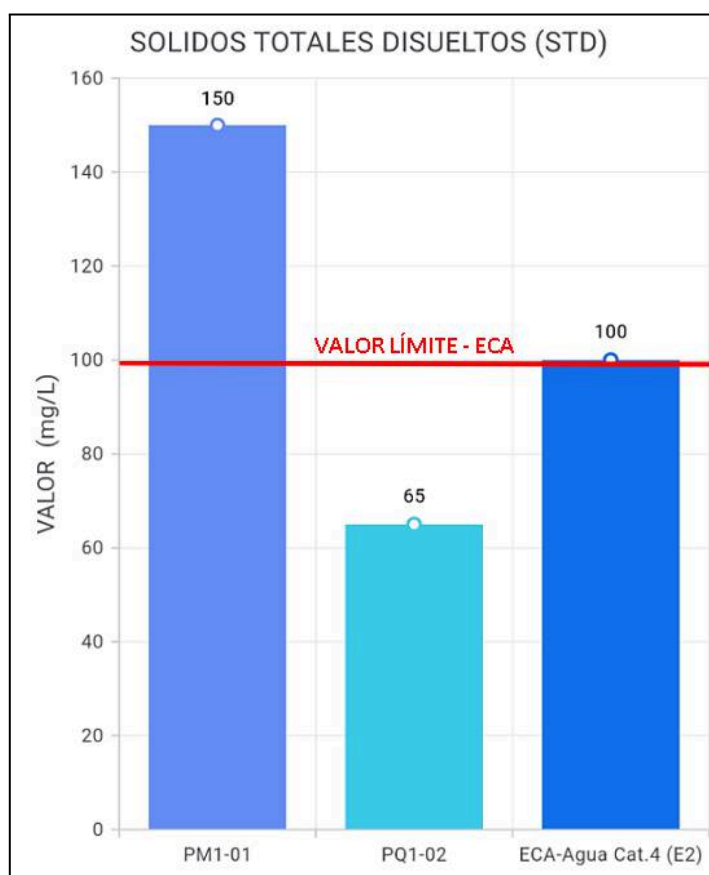
En la Figura 06, PM1-01 presentó una conductividad eléctrica de 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que PQ1-02 registró 130  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sugiere procesos de dilución a lo largo del cauce. Esta reducción progresiva podría atribuirse al aporte de afluentes con menor contenido de sales disueltas o a mecanismos de sedimentación natural. Los valores obtenidos reflejan una mineralización general moderada en el sistema hídrico. Estos valores reflejan una baja concentración de sales disueltas en el agua, lo que indica que, a pesar de la presencia de pasivos ambientales mineros en la zona, la influencia de sales solubles en el río Chacaconiza es limitada en los puntos analizados.

Al comparar estos resultados con antecedentes nacionales y regionales, se observa que la conductividad eléctrica de PM1-01 es ligeramente menor que la registrada por Matos & Ticllasuca (2022), en el río Tinquero, donde se reportó un valor de (344.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), mientras que PQ1-02 presenta un valor aún más bajo, indicando un menor aporte de sales en ese

tramo. Por su parte, Gerónimo (2022) en el río llave reportó una conductividad eléctrica de (468.67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), lo que evidencia que los valores del río Chacaconiza se encuentran dentro de rangos bajos comparativamente, lo que podría relacionarse con la dinámica de recarga y el aporte de afluentes de menor mineralización.

Estos hallazgos sugieren que, aunque la presencia de pasivos mineros y la geología de la zona puede contribuir a la liberación de ciertos iones al agua, en los puntos estudiados la concentración de sales es limitada y no representa un riesgo inmediato en los ecosistema acuático ni para el uso agrícola o ganadero del agua en la comunidad de Chacaconiza. La diferencia entre PM1-01 y PQ1-02 también evidencia variabilidad local, posiblemente asociada a la influencia de afluentes y dilución natural del río.

#### 4.2.1.3 Análisis del parámetro Sólidos Totales Disueltos



**Figura 07:** Concentraciones de Sólidos Totales Disueltos en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

En la Figura 07, se observa que en el punto PM1-01 se obtuvo una concentración de (150 mg/L) de Sólidos Totales Disueltos (STD), superando los ECA para agua en la categoría 4, subcategoría E2. Esto indica que, en este sector, el río Chacaconiza presenta mayor carga de sólidos disueltos, lo cual está relacionado con la influencia directa de pasivos mineros, procesos de mineralización natural y arrastre de materiales geológicos presentes en la parte alta de la cuenca.

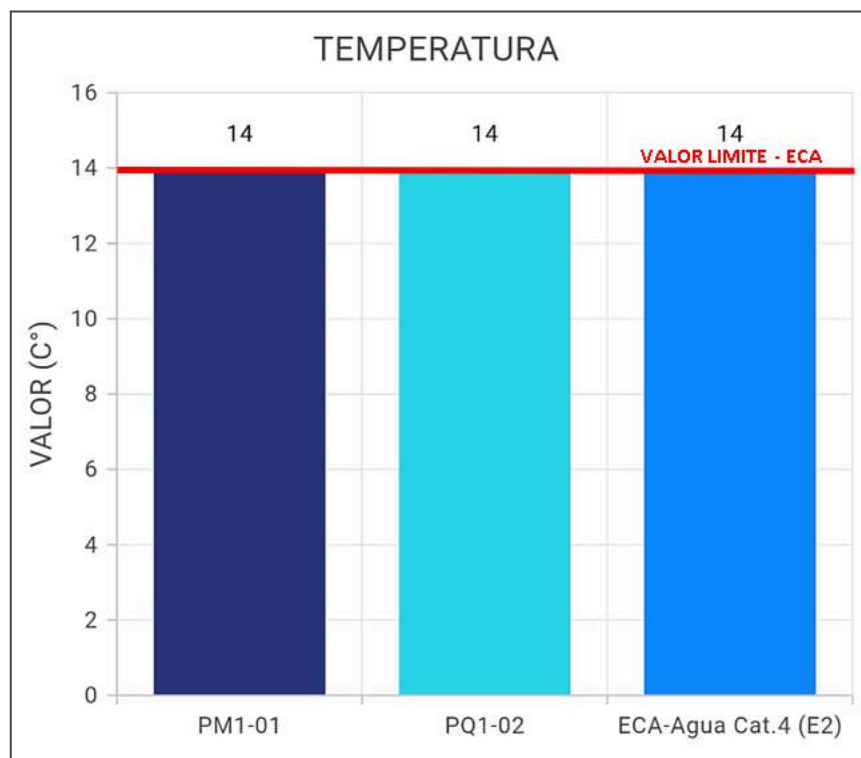
Mientras que, en el punto PQ1-02 se registró (65 mg/L) cumpliendo con los ECA, con el valor normado de (100 mg/L). Esta diferencia evidencia que, conforme el río avanza aguas abajo, ocurre un proceso de dilución, probablemente influenciado por afluentes con

menor carga mineral o por mecanismos de sedimentación natural que reducen la concentración de los sólidos totales disueltos.

En comparación con antecedentes, los valores del río Chacaconiza se ubican muy por debajo de los reportados en el río llave Gerónimo (2022) reportó valores mucho más elevados (949.17 mg/L). Esto sugiere que, aunque PM1-01 supera el estándar normativo, la mineralización general del río es moderada, y el aumento puntual de sólidos totales disueltos se concentra principalmente en la zona alta.

En conjunto, los resultados muestran que PM1-01 es el punto más afectado por procesos de mineralización, mientras que PQ1-02 refleja condiciones más estables y dentro del estándar. Este contraste evidencia la necesidad de mantener un monitoreo permanente para evaluar la evolución de la calidad del agua y sus posibles efectos en el ambiente acuático.

#### 4.2.1.4 Análisis del parámetro temperatura



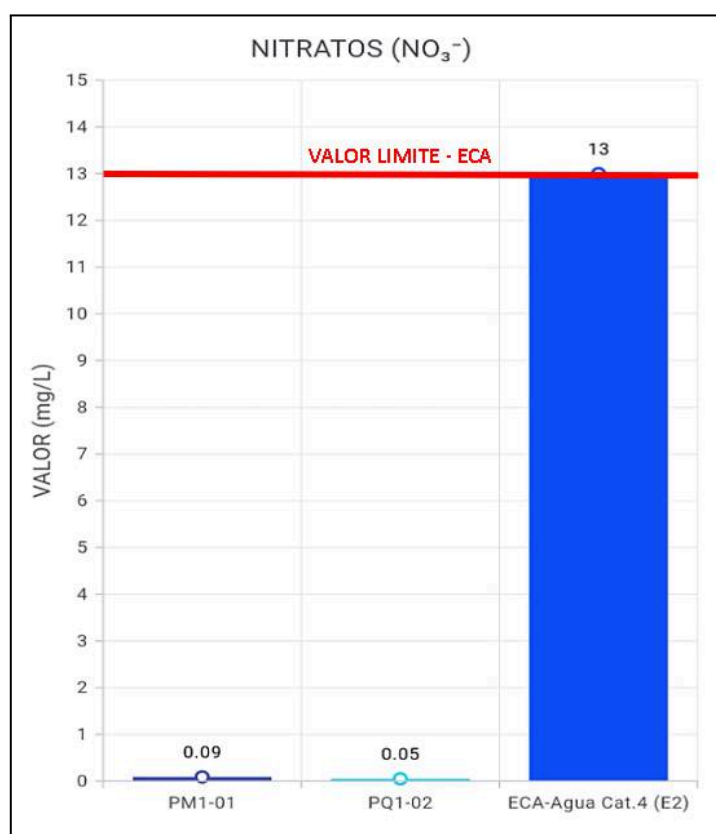
**Figura 08:** Concentraciones de Temperatura en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

En la Figura 08, los resultados obtenidos muestran que tanto PM1-01 como PQ1-02 registraron una temperatura de (14.0 °C), indicando estabilidad térmica en el tramo del río Chacaconiza evaluado. Esta uniformidad sugiere que, durante el periodo de muestreo, las condiciones ambientales y la escorrentía no generaron variaciones significativas en la temperatura del agua.

Al comparar estos resultados con antecedentes, se observa que los valores obtenidos se encuentran dentro del rango aproximado de ríos en zonas altas y rurales, como lo reportó Gerónimo (2022) para el río llave, con temperaturas cercanas a (14.96 °C). Esto indica que la temperatura del agua en Chacaconiza es adecuada para el mantenimiento de la calidad del agua y para el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, ya que no presenta estrés térmico que pueda afectar la solubilidad de oxígeno ni la dinámica biológica del río.

La coincidencia de valores entre las dos muestras también refleja que la influencia de los pasivos ambientales mineros y de la escorrentía no ha alterado significativamente la temperatura del agua en estos puntos, lo que favorece la estabilidad del ecosistema acuático.

#### 4.2.1.7 Análisis del parámetro Nitratos



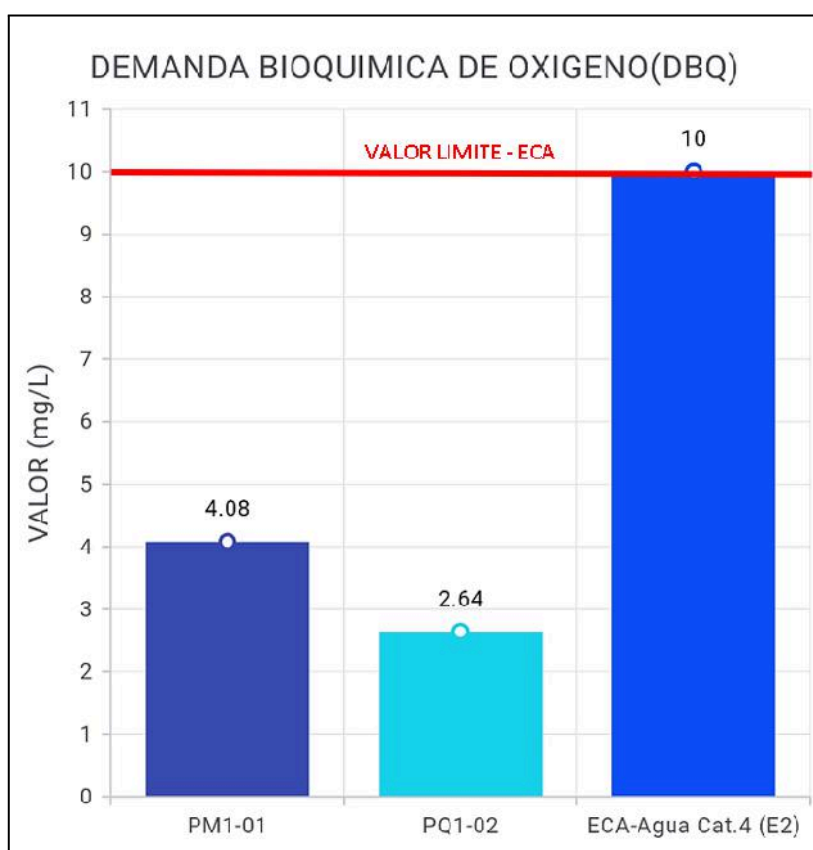
**Figura 09:** Concentraciones de Nitratos en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

En la Figura 9, los resultados obtenidos indican que PM1-01 presentó una concentración de nitratos de (0.09 mg/L), mientras que PQ1-02 registró (0.05 mg/L). Estos valores reflejan que la presencia de nitratos en el agua del río Chacaconiza es muy baja, lo que sugiere que, hasta el momento del muestreo, la contaminación por fuentes nitrogenadas es mínima, a pesar de la cercanía de pasivos ambientales mineros, la mineralización y la geología de la zona.

Al comparar estos resultados con antecedentes, se observa que los valores medidos son considerablemente menores que los reportados en otros ríos, como Gerónimo (2022), quien registró nitratos de (10.91 mg/L) en el río llave. Por otro lado Gómez et al., (2021), registro (9.7 mg/L) en el río Grande de Tárcoles. Esto indica que, en los puntos muestreados del río Chacaconiza, la acumulación de nitratos no representa un riesgo inmediato para el uso agrícola, ganadero ni para el ecosistema acuático.

La diferencia leve entre PM1-01 y PQ1-02 sugiere cierta variabilidad local, es influenciada por la entrada de afluentes con distintas características químicas o procesos naturales de dilución y transporte de nutrientes. En términos generales, los resultados muestran que el agua mantiene concentraciones de nitratos bajas, lo que es favorable para la calidad del recurso hídrico disponible para la comunidad de Chacaconiza.

#### 4.2.1.8 Análisis del parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)



**Figura 10:** Concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

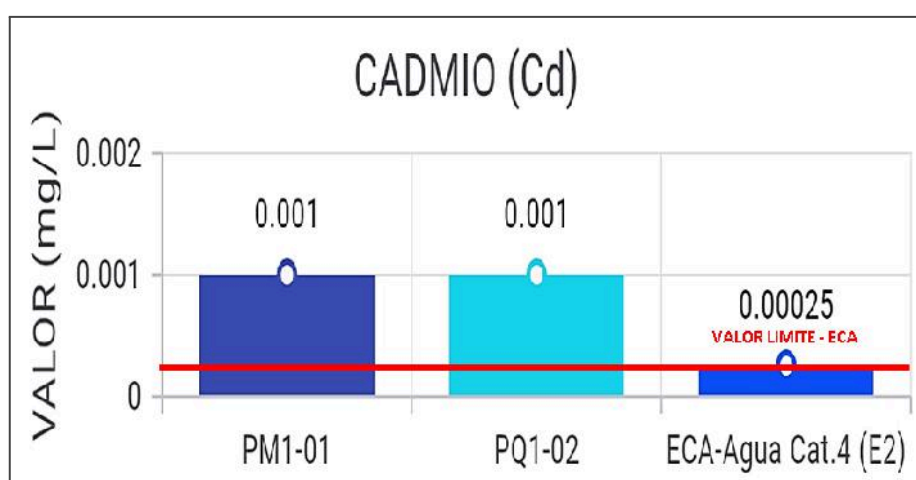
En la Figura 10, los resultados obtenidos muestran que PM1-01 presentó una  $DBO_5$  de 4.08 mg/L, mientras que PQ1-02 registró 2.64 mg/L. Estos valores indican que la carga de materia orgánica biodegradable en el agua del río Chacaconiza es relativamente baja, lo que sugiere que, a pesar de la presencia de pasivos ambientales mineros, la geología y posibles aportes de materia orgánica desde la comunidad, el agua mantiene una capacidad adecuada de oxígeno disuelto para sostener procesos biológicos normales.

Al comparar con antecedentes, se observa que estos valores son menores que los reportados por Matos & Ticllasuca (2022) en el río Tinquero, donde la  $DBO_5$  fue de (6.2 mg/L), Esto evidencia que, en los puntos muestreados del río Chacaconiza, la

contaminación orgánica no es crítica y no compromete de manera significativa la calidad del agua.

La diferencia entre PM1-01 y PQ1-02 sugiere cierta variabilidad local en la carga orgánica, probablemente asociada a aportes puntuales o dilución natural a lo largo del río. En general, los resultados muestran que la DBO<sub>5</sub> se mantiene en niveles que permiten el uso del agua para actividades agrícolas y ganaderas sin riesgos inmediatos para la salud del ecosistema.

#### 4.2.1.9 Análisis del parámetro Cadmio (Cd)



**Figura 11:** Concentraciones de Cadmio en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

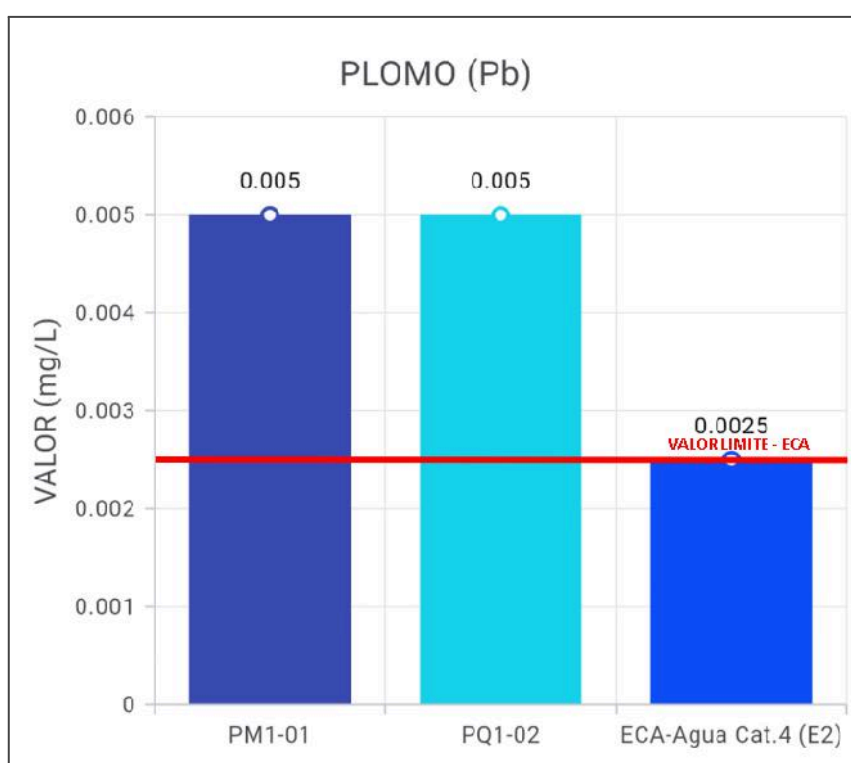
En la Figura 11, los resultados obtenidos muestran que tanto en PM1-01 como en PQ1-02 las concentraciones de cadmio fueron reportadas como inferiores al límite de detección del método (<0.001 mg/L). Sin embargo, este valor de detección es mayor al establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (0.00025 mg/L, D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 4 – E2). Es evidente que supera el valor normativo, por lo que el río Chacaconiza se encuentra contaminado con cadmio.

La presencia de pasivos ambientales mineros, la geología del área de estudio y la mineralización, en la cuenca constituye una fuente potencial directa de aporte de este metal pesado, situación que se ve respaldada por estudios previos, como el de Coaquira

(2024), quien reportó concentraciones de (0.002 mg/L) de cadmio en cuerpos de agua altoandinos, valor que excede la normativa nacional.

En este sentido, los resultados obtenidos confirman que el cadmio representa un factor de riesgo ambiental en el río Chacaconiza, lo que podría afectar tanto al ecosistema acuático como a los usos agrícolas y ganaderos del agua. Se hace necesario implementar monitoreos periódicos con técnicas analíticas más sensibles y diseñar medidas de mitigación que reduzcan la carga de metales pesados en la cuenca.

#### 4.2.2.10 Análisis del parámetro Plomo (Pb)



**Figura 12:** Concentraciones de Plomo en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

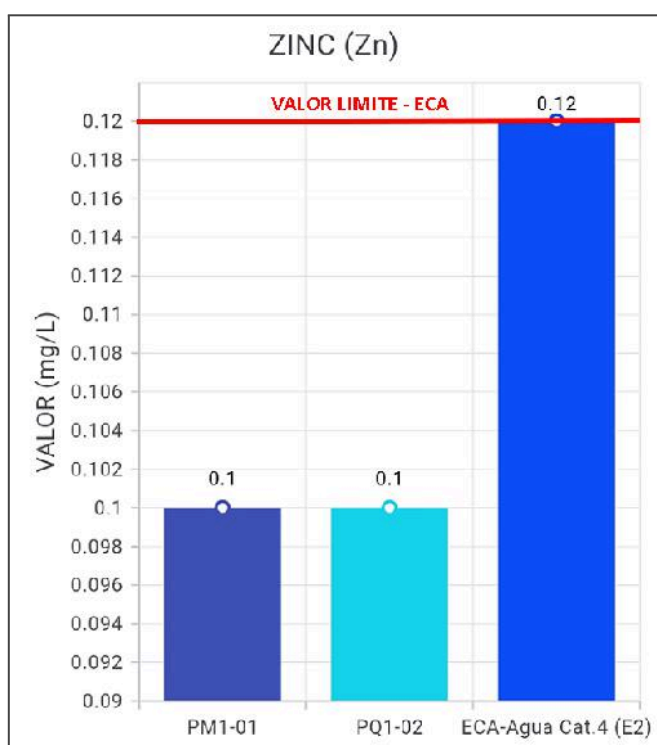
En la Figura 12, los resultados muestran que tanto en PM1-01 como en PQ1-02 las concentraciones de plomo fueron reportadas como inferiores al límite de detección (<0.005 mg/L). Sin embargo, este límite de detección es muy superior al valor máximo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua (0.0025 mg/L, DS N°004-2017-MINAM, Categoría 4 – E2). Esto implica que es evidente que las

concentraciones en el río Chacaconiza superan el valor normativo, lo que confirma la existencia de contaminación por este metal pesado.

La presencia de pasivos ambientales mineros y la mineralización en la zona refuerza esta interpretación, dado que constituyen fuentes potenciales de lixiviación de plomo hacia el río. Este escenario coincide con lo reportado por Suasaca (2025), reporta 0,017 (mg/L), quien evidenció valores que exceden los ECAs en otros cuerpos de agua.

Por lo tanto, se concluye que el plomo representa un factor de riesgo real para el río Chacaconiza, comprometiendo la calidad del recurso hídrico y por ende el ambiente acuático, demandando la implementación de monitoreo más preciso y medidas de mitigación orientadas a reducir la carga de metales pesados en la cuenca.

#### 4.2.2.11 Análisis del parámetro Zinc (Zn)



**Figura 13:** Concentraciones de Zinc en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

En la Figura 13, Los resultados obtenidos muestran que tanto PM1-01 como PQ1-02 presentan concentraciones de zinc inferiores al límite de detección (<0.1 mg/L), lo que

indica que este metal no se encuentra presente de manera significativa en el agua del río Chacaconiza. Esta situación sugiere que, pese a la presencia de pasivos ambientales mineros en la zona, la liberación de zinc hacia el río es mínima en los puntos de muestreo.

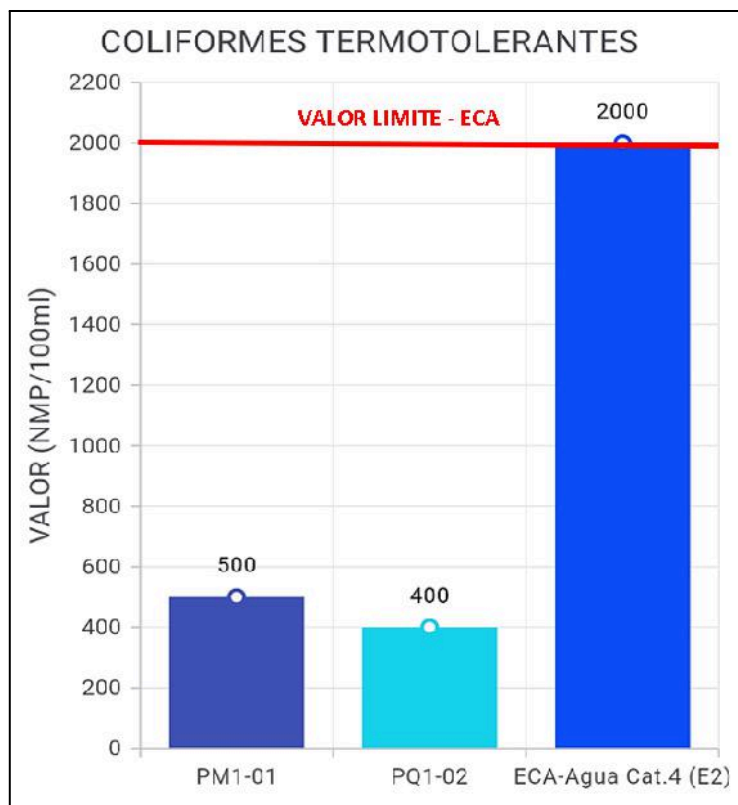
Al comparar con la normativa vigente, los valores medidos cumplen ampliamente con los límites establecidos por el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM (ECAs categoría 4, E2), asegurando que el agua no representa un riesgo significativo por exposición a zinc para el ambiente acuático, ni la población que la utiliza en actividades agrícolas o ganaderas.

Al contrastar estos resultados con investigaciones previas en ambientes mineros similares, se observan diferencias notables. El estudio de Llanos (2023) en el río Yauli, que reportó concentraciones hasta (1.04 mg/L) superando los Estándares de Calidad Ambiental. Se observa un patrón diferencial en el comportamiento de este metal. La notable diferencia en las concentraciones de zinc entre el río Chacaconiza y el río Yauli es debido a la situación actual y composición mineralógica específica de cada zona de estudio presentes en cada cuenca. Mientras en el río Yauli existe evidentemente mineralización con contenidos significativos de zinc, en el río Chacaconiza se tiene poca presencia de este mineral, debido a las condiciones naturales del río que no favorecen la dilución y movilización del zinc hacia el sistema hídrico.

En términos generales, los resultados obtenidos en el presente estudio reflejan que el zinc no constituye un parámetro de preocupación en los puntos evaluados por ende no se tiene un riesgo alto o significativo para el ambiente acuático.

## 4.2.2. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

### 4.2.2.1 Análisis para el parámetro Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml).



**Figura 14:** Concentraciones de Coliformes Termotolerantes en el río Chacaconiza - Distrito de Corani - Provincia de Carabaya, analizados en julio del 2025, y su comparación con el ECA para agua - Categoría 4, Subcategoría E2 (D.S. N°004-2017-MINAM).

En la Figura 14, los resultados obtenidos muestran que PM1-01 presentó más de 500 NMP/100 mL y PQ1-02 más de 400 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes, indicando una presencia significativa de bacterias fecales en ambos puntos de muestreo. De acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N°004-2017-MINAM, Categoría 4 (E2), el valor máximo permitido es de (2000 NMP/100 mL). Por lo tanto, los niveles hallados en el río Chacaconiza se encuentran por debajo del límite normativo, aunque reflejan igualmente una afectación microbiológica que puede comprometer su uso directo sin un tratamiento previo. La presencia de estas bacterias

sugiere la influencia de actividades humanas y pecuarias, así como el arrastre de materia orgánica a través de la escorrentía superficial hacia el cauce.

Al contrastar estos resultados con antecedentes, se observa que Gerónimo (2022) reportó coliformes termotolerantes de hasta (3300 NMP/100 mL) en el río llave. Esto evidencia que, aunque los valores del río Chacaconiza no son los más altos registrados en ríos, no exceden los límites recomendados por los ECAs para agua categoría 4 (E2), lo que representa un riesgo para la salud si se utiliza el agua directamente para consumo o actividades de riego sin tratamiento previo.

La diferencia entre PM1-01 y PQ1-02 sugiere variabilidad local en la contaminación microbiológica, probablemente asociada a la proximidad de fuentes puntuales de contaminación o al flujo de afluentes con distinto nivel de carga bacteriana. Estos resultados subrayan la importancia de implementación de medidas de tratamiento o desinfección, así como el monitoreo continuo, para garantizar la preservación del ecosistema acuático y la seguridad del agua destinada a uso agrícola, ganadero y comunitario.

### **4.3. CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

#### **4.3.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL**

##### **Hipótesis Alterna (Ha):**

La calidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza no cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en el distrito de Corani, Carabaya - 2025.

##### **Hipótesis Nula (Ho):**

La calidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM en el distrito de Corani, Carabaya - 2025.

##### **Resultados:**

Los datos obtenidos demuestran incumplimientos significativos en parámetros fisicoquímicos fundamentales. En la tabla N°08 el pH registró valores de (4.56) en

PM1-01 y (5.49) en PQ1-02, situándose por debajo del rango permitido de (6.5 a 9.0). Por otro lado se tiene una alta concentración de sólidos totales disueltos en el punto PM1-01. Respecto a los metales pesados, los resultados analíticos para cadmio (<0.001 mg/L) y plomo (<0.005 mg/L) superan los estándares de calidad ambiental establecidos en los ECA para la categoría 4, subcategoría E2.

En el ámbito microbiológico, los coliformes termotolerantes presentaron valores de (>500 NMP/100 mL) en (PM1-01 y >400 NMP/100 mL) en PQ1-02, los cuales se mantienen dentro del límite normativo de (2000 NMP/100 mL), pero indican una contaminación fecal.

#### **Conclusión del contraste:**

Se rechaza parcialmente la hipótesis nula ( $H_0$ ), los análisis demuestran que el agua del río Chacaconiza no cumple con los estándares de calidad ambiental, debido a los incumplimientos en los parámetros físicoquímicos, detectados en el pH, sólidos totales disueltos y por presencia de contaminación por metales pesados, lo que pone en un riesgo ambiental y sanitario que exige medidas de mitigación y monitoreo continuo.

#### **4.3.2. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1**

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

La calidad de los parámetros físicoquímicos del agua superficial del río Chacaconiza no cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

##### **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):**

La calidad de los parámetros físicoquímicos del agua superficial del río Chacaconiza cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

##### **Resultados:**

El pH presenta valores ácidos (4.56 y 5.49), por otro lado se tiene concentración alta de sólidos totales disueltos en el punto PM1-01. Los metales pesados, particularmente el cadmio y plomo, presentan niveles que superan los estándares de calidad ambiental. Parámetros como conductividad eléctrica, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno,

sólidos totales disueltos, nitratos y el metal pesado zinc se mantienen dentro de los límites establecidos en la normativa vigente.

**Conclusión del contraste:**

Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ) para los parámetros fisicoquímicos. Los incumplimientos en pH, sólidos disueltos totales y la presencia de metales pesados que evidencia que la calidad del agua no satisface los requerimientos establecidos en los estándares de calidad ambiental para la categoría 4, subcategoría E2. Reflejan la necesidad de implementar medidas de mitigación y seguimiento del recurso hídrico.

**4.3.3. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2**

**Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):**

La calidad de los parámetros microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza no cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

**Hipótesis Nula ( $H_0$ ):**

La calidad de los parámetros microbiológicos del agua superficial del río Chacaconiza cumple con los ECA-agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

**Resultados:**

Se registraron coliformes termotolerantes en ambos puntos de muestreo, con valores en PM1-01 ( $> 500$  NMP/100 mL) y en PQ1-02 ( $> 400$  NMP/100 mL). Estos valores se encuentran por debajo del límite de los ECA (2000 NMP/100 mL) por tanto, cumplen normativamente, aunque reflejan presencia de contaminación fecal, que implica riesgos si el agua se utiliza sin tratamiento.

**Conclusión del contraste:**

No se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) para los parámetros microbiológicos, ya que los valores de los resultados analizados cumplen según la normativa vigente. Pero sin embargo, se ve presente en los niveles detectados los coliformes termotolerantes, se

recomienda implementar medidas de tratamiento y monitoreo debido al riesgo sanitario asociado a la contaminación fecal y de tal manera garantizar la calidad del recurso hídrico.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La calidad de las aguas superficiales del río Chacaconiza, distrito de Corani, provincia de Carabaya, muestra que la mayoría de parámetros analizados cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4 – Subcategoría E2, establecidos en el D.S. N°004-2017-MINAM. Sin embargo, se identifican incumplimientos críticos en algunos parámetros fisicoquímicos, como el pH, que se encuentra en valores de acidez en el agua, concentración alta de los sólidos totales disueltos en el punto PM1-01 y los metales pesados como el cadmio y plomo en concentraciones que superan los estándares de calidad ambiental, afectando no solo la calidad del recurso hídrico, sino poniendo en riesgo significativo a los ecosistemas acuáticos.

**SEGUNDA:** Se registraron valores de pH entre (4.56 y 5.49), situándose fuera del rango permitido (6.5 – 9.0), lo que refleja un grado de acidez perjudicial para los ecosistemas acuáticos. Asimismo, los sólidos totales disueltos (PM1-01) superan los ECA. Por otro lado los resultados de laboratorio confirman la presencia de metales pesados de cadmio (<0.001 mg/L) y plomo (<0.005 mg/L), en concentraciones que superan los límites normativos, lo que evidencia que el agua está contaminada por metales pesados y constituye un riesgo ambiental.

**TERCERA:** En cuanto a los parámetros microbiológicos, ambos puntos de muestreo presentan coliformes termotolerantes: PM1-01 >500 NMP/100 mL y PQ1-02 >400 NMP/100 mL. Estos valores se encuentran por debajo de los estándares de calidad ambiental (2000 NMP/100 mL), cumpliendo con la normativa. No obstante, se tiene la presencia que constituye un indicador de contaminación fecal, lo que implica un riesgo para la salud de las personas que habitan en la comunidad, en el ambiente acuático y

para los animales domésticos y silvestres que el agua se utiliza directamente sin tratamiento.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA :** Debido a los resultados obtenidos, que presentan un riesgo crítico en el pH, en la concentración de los sólidos disueltos totales, metales pesados y presencia contaminación fecal, se recomienda a la Comunidad Campesina de Chacaconiza, Municipalidad Distrital de Corani, a la Autoridad Local del Agua (ALA) de Carabaya y el Proyecto Minero Corani, promover un modelo de gestión comunitaria del agua del río Chacaconiza, que se basa en la participación activa organizada, vigilancia ciudadana y responsabilidad ambiental. Este modelo busca priorizar la protección del recurso hídrico y los ecosistemas acuáticos. Asimismo, con este modelo establecer un monitoreo permanente con múltiples puntos de control a lo largo de toda la cuenca.

**SEGUNDA:** A la Comunidad Campesina de Chacaconiza, Municipalidad Distrital de Corani, a la Autoridad Local del Agua (ALA) de Carabaya, Proyecto Minero Corani, se recomienda establecer un programa de vigilancia permanente de la calidad del agua del río Chacaconiza, debido a los niveles acidez en el agua, que registraron valores de pH (4.56 y 5.49), sólidos totales disueltos en el (PM1-01) y presencia de metales pesados como el cadmio y plomo que superan los ECA. Además el programa debe incluir el monitoreo continuo de los parámetros físicoquímicos que cumplen con los ECA para detectar cualquier variación que puede afectar a la población dentro de sus actividades productivas y el ecosistema acuático.

**TERCERA:** Considerando que si bien no supera los ECA, en el estudio se identificó la presencia de coliformes termotolerantes en el aguas del río, indicador de contaminación fecal, en la sentido se recomienda al puesto de salud de Chacaconiza y a las instituciones educativas que hay en la comunidad, tener una estrategia de educación sanitaria, con el

propósito de prevenir riesgos de enfermedades de origen hídrico asociados al uso directo del agua. Asimismo, se sugiere desarrollar actividades de sensibilización y se recomienda orientar a la población para que evite consumir agua del río sin tratamiento previo. De esta manera fortalecer hábitos preventivos y se proteja la salud de la población y sus animales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, J. D. B. (2023). Calidad del agua superficial y sus implicaciones con el agua potable en Las Brisas de Zarceró. *InterSedes*, 24(49), Article 49. <https://doi.org/10.15517/isucr.v24i49.50331>
- ANA, A. N. del A. D. de C. y P. de R. (2018). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales. *Autoridad Nacional del Agua*. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440>
- ANA, A. N. del A. D. de C. y P. de R., & ANA, A. N. del A. A. A. del A. T. A. L. de A. (2009). Evaluación de recursos hídricos en la cuenca del río llave. *Autoridad Nacional del Agua*. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3888>
- Cabrera Molina, E., Hernández Garciadiego, L., Gómez Ruíz, H., & Cañizares Macías, M. del P. (2003). Determinación de nitratos y nitritos en agua: Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar. *Revista de la Sociedad Química de México*, 47(1), 88-92.
- Castillo, E., Medina, R., & Zúñiga, H. (2022a). Agua potable es un derecho de la humanidad: Características fisicoquímicas, bacterias y metales pesados. En *Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.015>
- Chancari Fierro, E. D. (2024). *Niveles de contaminación de las aguas residuales de Huancavelica y su efecto en la calidad del agua del río Ichu*. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/8184>
- Chávez, J. A. V. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35, 304-308. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Coaquira Maquera, E. Y. (2024). Calidad del agua del río llave según parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, sector parcialidad de Asiruni, provincia de El

- Collao, 2024. *Universidad Privada San Carlos*.  
<http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1112>
- Contreras de la Cruz, L. (2022). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados del río Opamayo, 2022*.
- Costa Rodriguez, C. P. (2021). *Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua de efluentes del Río Chillón durante los meses enero a junio del 2019*. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4126>
- Cruz Grimaldo, C. L. (2021). *Modelación de la demanda bioquímica de oxígeno y oxígeno disuelto, tramo km 0+000 -km 20+130 del río Lurín*.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/4932>
- Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable | Oxfam en Peru*.  
(2016, junio 10).  
<https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millon-es-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable>
- Gerónimo Mamani, W. (2022). Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río ILAVE en el área de influencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de ILAVE, Puno 2021-2022. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/372>
- Gómez, G. P., García, V. A., Rodríguez, J. A. R., Herrera, F., & Gutiérrez, R. S. (2021). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua superficial del río Grande de Tárcoles, Costa Rica: Un enfoque ecológico. *UNED Research Journal*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.22458/urj.v13i1.3148>
- Hallasi Puntaca, G. L. (2018). Determinación de los parámetros microbiológicos y físico-químicos de las aguas de consumo humano en las islas flotantes uros del Lago Titicaca. *Universidad Nacional del Altiplano*.  
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7403>
- Huancas Julca, A. (s. f.). *Repositorio UNSM*. Recuperado 5 de mayo de 2025, de <https://repositorio.unsm.edu.pe/item/6ff90775-d6d1-41f1-916d-62cab6e234cb>

- Llanos Gómez, C. E. (2023). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua del río Yauli, centro poblado Yauli, provincia Yauli, región Junín. *Universidad Nacional Federico Villarreal*. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7722>
- López-Ramírez, M. Á., González-Gómez, G., Posadas-Cano, C., & Castellanos-Onorio, O. P. (2024). *Tratamiento para aguas contaminadas con metales pesados Una revisión*.
- Mamani Matamet, J. J. (2024). *Evaluación de parámetros físico químicos del agua del Río Ramis, Región Puno*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/23650>
- Marín Villanueva, Z. Y. (2019). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano del distrito de Oxamarca—Celendín. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <https://doi.org/10/M32-T>
- Márquez, E. Y. C., Yupanqui, G. M. L., Torre, M. Y. C. D. L., Reyes, D. E. O., Hijar, J. B. P., & Roca, W. G. (2025). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos para determinar la calidad del agua del río San Juan de Pillo, Tayacaja* [Text.Chapter]. Fondo Editorial UNAT. <https://doi.org/10.56224/ediunat.51>
- Matamoros Pineda, M. A., & Mendoza Taipe, R. K. (2023). *Indicadores físicos y químicos en la laguna de Tipicocha, Nuevo Occoro – Huancavelica 2023*. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/6304>
- Matos Ramos, R., & Ticllasuca Meza, P. (2022). *Calidad fisicoquímica y microbiológica en el agua del río Tinker en el centro poblado de Tinkerccasa – Huancavelica, 2021*. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/5662>
- Nader, G. M. (2015). *Evaluación de la calidad del agua en el río urbano*. <http://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/1298>
- Paccori Ccorimanya, N. C. (2024). *Comparación de parámetros fisicoquímicos y metales traza con el estándar de calidad ambiental para agua, Subcuenca Antaymarca, Ocuvi- Lampa-Puno 2023*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/23487>
- REPORTE-DE-PELIGRO-INMINENTE-Nº-004-31ENERO2022-ANTE-CONTAMINACIÓN-**

*DE-AGUA-EN-EL-DEPARTAMENTO-DE-PUNO-22.pdf*. (s. f.). Recuperado 25 de abril de 2025, de <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2022/01/REPORTE-DE-PELIGRO-INMINENTE-N%C2%BA-004-31ENERO2022-ANTE-CONTAMINACI%C3%93N-DE-AGUA-EN-EL-DEPARTAMENTO-DE-PUNO-22.pdf>

Rojas Pomalima, P. L. (2023). *Evaluación de la eficiencia de remoción de demanda química de oxígeno utilizando Echinopsis peruviana en el tratamiento por coagulación del agua del río Shullcas*. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/9297>

Saavedra Mejía, L. N. (2019). Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad del agua en el río Llaucano de la ciudad de Bambamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <https://doi.org/10/S27-T>

Salazar Torres, C. F. (2022). *Efectos de calidad de agua para riego de áreas verdes en la urbanización La Primavera y Cooperativa Las Pirámides del distrito de El Agustino de la provincia de Lima en el año 2020*.

Suasaca Benavente, B. K. (2025). Determinación del grado de contaminación de mercurio(Hg), cromo(Cr) y plomo(Pb) en la cuenca baja del río Coata—Puno 2024. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1390>

Tamayo Vidal, A. (2021). *Evaluación del índice de calidad del agua del Río Huari En Ancash*. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/5001>

Teves Ponce, L. M. (2023). Comportamiento espacio temporal de índice de calidad del agua en la Cuenca del río llave. *Revista de Investigaciones*, 12(3), 159-170. <https://doi.org/10.26788/ri.v12i3.3642>

Ticona Añazco, K. M. (2023). *Índice de riesgo de la calidad de agua (IRCA) del afluente Río Azángaro en el sistema de potabilización en la EPS NOR-Puno S.A. Azángaro*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20561>

Torres, R., & Yurico, C. (s. f.). *Determinación de la calidad del agua mediante variables*

*fisicoquímicas y la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la microcuenca del río Chucchun, 2021-2022.* Recuperado 11 de mayo de 2025, de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/df5c0060-259d-4d97-a882-6a041af0ed5f>

## ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA:

TÍTULO: CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RÍO CHACACONIZA, DISTRITO DE CORANI- CARABAYA - 2025.						
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	VARIABLES	Indicadores	Instrumento	Metodología
<p>¿Cuál es la calidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacacóniza, según los ECA- agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM del distrito de Corani, Carabaya - 2025?</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>¿Cuál es la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial del río Chacacóniza, según los ECA- agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM?</p>	<p>Evaluar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacacóniza, según los ECA- agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM del distrito de Corani, Carabaya - 2025.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial del río Chacacóniza, según los ECA- agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p> <p>Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua superficial del río Chacacóniza, según los ECA- agua categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p>	<p>La calidad de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial del río Chacacóniza no cumple con los ECA- agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM del distrito de Corani, Carabaya - 2025.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>La calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial del río Chacacóniza no cumple con los ECA- agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p> <p>La calidad de los parámetros microbiológicos del agua superficial del río Chacacóniza no cumple con los ECA- agua de la categoría 4 (E2) del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Calidad del agua superficial del río</p>	<p><b>Parámetros fisicoquímicos:</b> Turbidez, Sólidos Totales Disueltos, Oxígeno Disuelto, Temperatura, color (b), pH, Conductividad</p> <p><b>Inorgánicos:</b> Cadmio disuelto, Plomo, zinc</p> <p><b>Microbiológico:</b> Coliformes termotolerantes</p>	<p>ECA DEL AGUA D.S. N°004-2017-MINAM categoría 4, subcategoría E2: Ríos.</p> <p>Laboratorio</p>	<p><b>Enfoque</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental de tipo descriptivo transversal</p> <p><b>Población:</b> 5 km del río</p> <p><b>Tipo de muestreo:</b> No probabilístico y por conveniencia</p>

**Anexo 02: Conservación del ambiente acuático E2**

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos	
			Costa y sierra	Selva
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052
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
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13	13	13
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15
Bario	mg/L	0,7	0,7	1
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12
<b>MICROBIOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000

**Anexo 03:** Registro de campo.

ANEXO 3. Registro de campo.  
FUENTE: AND  
REALIZADO POR: Soledad Lucena Sanchez


Punto de monitoreo	Origen de la fuente	Descripción del punto de muestreo	Fecha	Hora	Coordenadas UTM		Elevación m.s.n.m.	Localidad	Distrito	Prov.	Dpto.	Observaciones
					Este	Norte						
PM1 - 01	Rio Chacacuziza	clima soleado aguas arriba	16/07/2025 9:55 am		E 517276.00 N 8447537.00	4823	Chacacuziza	Conen	Cuzabaya	Puno		
PM1 - 02	Rio Chacacuziza	clima soleado aguas abajo	16/07/2025 11:27 am		E 326652.00 N 8449530.00	4416	Chacacuziza	Conen	Conabaya	Puno		

**Figura 15:** Se muestra el registro de campo tomado en cada punto de muestreo *in situ*.

**Anexo 04: Cadena de custodia.**

ANEXO 4. Cadena de custodia.

**HOJA DE CUSTODIA**

Codigo numero de custodia:		Solicitante:		DNI:	
001		Sayda Luciana Sanchez		73651605	
Institución:		Dirección:	Distrito:	Provincia:	Departamento:
		Chacacuzza	Cotani	Carabaya	Puno
Celular/correo electrónico: 950449063		Responsable del muestreo: Sayda Luciana Sanchez		DNI:	Firma:
				73651605	

Muestra	Muestreo		Frasco		Requerimiento de Analisis										Observación sobre muestra			
	Identif.	Fuente	Fecha	Hora	Tipo	Cant.	TURBIDEZ	T.(C°)	C.E.	pH	OD	DBO	NO <sub>3</sub>	COLI. TERM.	METALES	Preserv.	Procedencia y/o Descripción	
FM1-C1	Rio Chacacuzza	16/07/25	9:55	2m		2	/	3.1	161 µS/cm	4.05	6.06 mg/l	/	/	/	/			
FM1-C2	Rio Chacacuzza	16/07/25	11:27	2m		2	/	11.9	103.2 µS/cm	6.68	5.29 mg/l	/	/	/	/			

Fuente: Manantial ( ) Rio (X) Riachuelo ( ) Canal de Riego ( ) Laguna ( ) Agua Residual ( ) Otros especificar: \_\_\_\_\_

Refrigerado a 4-10 C°


LABORATORIO: Entrega Sayda Luciana Sanchez  
 Recibe Ing. Benito Fernandez C.

Firma   
 Firma   
  
 Benito Fernandez C.  
 RUC: 20612800817

Fecha 16/07/2025

**Figura 16:** Muestra la cadena de custodia de los puntos de muestreo *in situ*.

**Anexo 05:** Resultados del análisis de laboratorio de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Chacaconiza.



**MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C**

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

---

**INFORME DE ENSAYO 0141/MQA**  
**RESULTADO DE ANÁLISIS**

---

**ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA.**

---

**PROCEDENCIA** : AGUA SUPERFICIAL – RIO.  
**INTERESADO** : SAYDA LUCAÑA SANCHEZ  
**MOTIVO** : ANALISIS FISICO – QUIMICO Y MICROBIOLÓGICO.  
**FECHA DE MUESTREO** : 16/07/2025(por el interesado).  
**FECHA DE ANALISIS** : 17/07/2025.

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

**Aspecto** : Líquido  
**Color** : Incoloro  
**Olor** : Inodoro

---

**CARACTERÍSTICAS FISICAS:**

PARAMETROS	UNIDAD	PM1 - 01	PQ1 - 02	METODOLOGÍA
pH		4.56	5.49	Potenciómetro
C.E	µS/cm	300	130	Conductímetro
Temperatura (°C)	°C	14.0	14.0	Termómetro
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	150	65	Evaporación y pesaje
Turbidez	NTU	7.02	4.20	Turbidímetro

---

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

Dureza Total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	159.60	95.0	Titulación con EDTA
Alcalinidad (como CaHCO <sub>3</sub> )	mg/l	66.54	44.36	Titulación ácido-base
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	mg/l	11.34	9.92	Titulación de Mohr
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	mg/l	146	60	Espectrofotometría (Método de bario).
Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	0.09	0.05	método colorimétrico
Calcio (como Ca <sup>++</sup> )	mg/l	13.68	12.16	Titulación con EDTA
Magnesio (como Mg <sup>++</sup> )	mg/l	30.26	15.58	Titulación con EDTA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (como DBO <sub>5</sub> )	mg/l	4.08	2.64	Método cerrado con dicromato
Demanda Química de Oxígeno (como DQO)	mg/l	10.20	6.60	Método cerrado con dicromato
Cadmio (como Cd)	mg/l	<0.001	<0.001	Absorción atómica
Plomo (como Pb)	mg/l	<0.005	<0.005	Absorción atómica
Zinc (como Zn)	mg/l	<0.1	<0.1	Absorción atómica

---

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:**


Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	>500	>400	APHA 9222D / EPA 1603
----------------------------	-----------	------	------	-----------------------

---

**INTERPRETACION:**

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

➤ La muestra se recibió en el laboratorio.



**Sabrina Justa Morales Yaca**  
INGENIERO QUÍMICO  
ANALISTA DE LABORATORIO

---

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

**Figura 17:** Expone el informe de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del laboratorio de los dos puntos de muestreo del río Chacaconiza.

## Anexo 06: Panel fotográfico



**Figura 18:** Recolección de muestras del primer punto (PM1-01) de muestreo del río Chacaconiza.



**Figura 19:** Medición *in situ* de los parámetros fisicoquímicos del agua en el primer punto de muestreo con el multiparametro en el río Chacaconiza.



**Figura 20:** Registro de campo y de la cadena de custodia en el punto PM1-01 del río Chacaconiza.



**Figura 21:** Ubicación con el GPS del segundo punto (PQ1-02) de muestreo del río Chacaconoza.



**Figura 22:** Recolección de muestras del primer punto (PQ1-02) de muestreo del río Chacaconoza.



**Figura 23:** Medición *in situ* de los parámetros fisicoquímicos del agua en el segundo punto de muestreo con el multiparametro en el río Chacaconiza.