

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL  
CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO DEL DISTRITO DE SAN PEDRO DE  
PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO, 2024**

**PRESENTADA POR:**

**TIBED YUJRA AÑAMURO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



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



# 4.91%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 7 APR 2025, 5:05 PM

## Similarity report

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

● IDENTICAL  
0.92%

● CHANGED TEXT  
3.99%

## Report #25674741

TIBED YUJRA AÑAMURO // CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO DEL DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO, 2024 RESUMEN El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, 2024. El trabajo fué de tipo descriptivo y diseño no experimental, la población fueron las aguas superficiales del río Tambopata, para el tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio, como puntos de muestreo 200 [m] aguas arriba y 100 [m] aguas abajo. Los resultados obtenidos fueron: la concentración de los parámetros fisicoquímicos son: pH 7.15 [Unidad], temperatura 17 [°C], conductividad eléctrica 1.84 [uS/cm], dureza total 22.34 [mg/L], Calcio 2.93 [mg/L], alcalinidad 2.82 [mg/L], Cloruros 10.39 [mg/L], Sulfatos 37.52 [mg/L], sólidos disueltos totales 0.05 [mg/L], Cloro residual libre 0.5 [mg/L], porcentaje de salinidad 0.05 [%] y turbidez 0.25 [NTU] y para los parámetros microbiológicos: Coliformes totales 5 [UFC/100 mL] y coliformes fecales 0 [UFC/100 mL], llegando a la conclusión que la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, cumple con los Estándares de Calidad

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

**CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL  
CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO DEL DISTRITO DE SAN PEDRO DE  
PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO, 2024**

**PRESENTADA POR:**

**TIBED YUJRA AÑAMURO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

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

PRIMER MIEMBRO

:

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

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área de ingeniería, Tecnológica.

Sub Área de Ingeniería Ambiental.

Línea de investigación: Ciencias Ambientales.

Puno, 10 de abril del 2025.

## DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y darme la fortaleza para superar cada obstáculo en este camino académico.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y los valores que me inculcaron. Su esfuerzo y sacrificio han sido mi mayor inspiración para alcanzar este logro.

A mis hermanos y familia, por creer en mí, brindarme su aliento en los momentos difíciles y acompañarme en cada paso de este proceso.

A mis amigos y compañeros, quienes con su apoyo y motivación hicieron que este recorrido fuera más llevadero y enriquecedor.

## AGRADECIMIENTOS

- Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos, por haberme brindado una formación académica de calidad, basada en valores, conocimientos científicos y tecnológicos que han sido fundamentales en mi desarrollo profesional. Gracias a esta institución, he adquirido las herramientas necesarias para contribuir al crecimiento de mi región y al bienestar de la sociedad a través de la investigación y el ejercicio profesional.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por ser el espacio donde pude fortalecer mis conocimientos en el ámbito ambiental, desarrollar mi capacidad analítica y comprender la importancia de la sostenibilidad y la gestión adecuada de los recursos naturales. Su compromiso con la formación de profesionales altamente capacitados ha sido un pilar fundamental en mi proceso académico.
- A los distinguidos miembros del jurado calificador:
  - Presidente Dr. Esteban Isidro León Apaza,
  - Primer miembro: Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda,
  - Segundo miembro Dra. Marlene Cusi Montesinos,

Su tiempo, dedicación y aportes han sido de gran valor para mejorar la calidad y el alcance de este trabajo.
- A mi asesor Fredy Aparicio Castillo Suaquita, cuya orientación, paciencia y constante apoyo han sido esenciales en la culminación de esta investigación. Su guía experta y motivación me permitieron enfrentar cada desafío con determinación, asegurando que este estudio se lleve a cabo con rigurosidad y compromiso.
- Finalmente, extendiendo mi agradecimiento especialmente, a los miembros del centro poblado de San Ignacio, cuya realidad inspiró esta investigación. Que este estudio contribuya al bienestar y salud de sus habitantes, reafirmando mi compromiso con el desarrollo de nuestra sociedad.

## ÍNDICE GENERAL

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

### CAPÍTULO I

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

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL.	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	14
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>15</b>
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.	15
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.	16
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.	19
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>20</b>
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	20

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
2.1.1. EL AGUA.	21

2.1.2. CALIDAD DEL AGUA.	21
2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA	22
2.1.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.	25
2.1.5. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL AGUA.	27
2.1.6. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA.	28
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>28</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>29</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>30</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.	30

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>31</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>32</b>
3.2.1. POBLACIÓN.	32
3.2.2. MUESTRA.	32
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>33</b>
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.	33
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.	33
3.3.3. MÉTODO.	34
3.3.4. MATERIALES.	35
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>35</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.</b>	<b>36</b>

### **CAPÍTULO IV**

#### **EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

<b>4.1. PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO, 2024.</b>	<b>38</b>
--	-----------

<b>4.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO, 2024.</b>	<b>40</b>
<b>4.3. COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS ANTES Y DESPUÉS DE ATRAVESAR EL CENTRO POBLADO.</b>	<b>41</b>
<b>4.4. COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS ANTES Y DESPUÉS DE ATRAVESAR EL CENTRO POBLADO.</b>	<b>43</b>
<b>4.5. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL C. P. DE SAN IGNACIO EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO CON LA NORMATIVA NACIONAL ESTABLECIDA PARA AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS AL RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES ECA - CATEGORÍA 3.</b>	<b>44</b>
4.5.1. CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA PARA LA MUESTRA AGUAS ARRIBA DEL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO.	44
4.5.2. CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA PARA LA MUESTRA AGUAS ABAJO DEL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO.	46
<b>4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>47</b>
<b>4.7. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS</b>	<b>48</b>
4.7.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.	48
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>51</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Puntos de muestreo.	33
<b>Tabla 02:</b> Operacionalización de variables.	35
<b>Tabla 03:</b> Resultados de los parámetros fisicoquímicos.	38
<b>Tabla 04:</b> Resultados de los parámetros microbiológicos.	40
<b>Tabla 05:</b> Verificación del cumplimiento de parámetros con los ECA del agua del DS-004-2017-MINAM, para la muestra aguas arriba del centro poblado de San Ignacio.	44
<b>Tabla 06:</b> Verificación del cumplimiento de parámetros con los ECA del agua del DS-004-2017-MINAM, para la muestra aguas abajo del centro poblado de San Ignacio.	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> Representación del rango del pH.	26
<b>Figura 02:</b> Ubicación del Distrito de San Pedro Putina Punco en la Provincia de Sandía.	31
<b>Figura 03:</b> Ubicación del río Tambopata para el tramo que atraviesa el Centro Poblado de San Ignacio.	32
<b>Figura 04:</b> Comparación entre los valores de los parámetros físico químicos de las aguas antes y después de atravesar el Centro Poblado.	41
<b>Figura 05:</b> Comparación entre los valores de los parámetros microbiológicos de las aguas antes y después de atravesar el Centro Poblado de San Ignacio.	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de Consistencia.	56
<b>Anexo 02:</b> ECA del agua, Categoría 3.	58
<b>Anexo 03:</b> Análisis de Laboratorio para la Muestra 1.	59
<b>Anexo 04:</b> Análisis de Laboratorio para la Muestra 2.	60
<b>Anexo 05:</b> Galería fotográfica.	61

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandía - Puno, 2024. El trabajo fué de tipo descriptivo y diseño no experimental, la población fueron las aguas superficiales del río Tambopata, para el tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio, como puntos de muestreo 200 [m] aguas arriba y 100 [m] aguas abajo. Los resultados obtenidos fueron: la concentración de los parámetros fisicoquímicos son: pH 7.15 [Unidad], temperatura 17 [°C], conductividad eléctrica 1.84 [uS/cm], dureza total 22.34 [mg/L], Calcio 2.93 [mg/L], alcalinidad 2.82 [mg/L], Cloruros 10.39 [mg/L], Sulfatos 37.52 [mg/L], sólidos disueltos totales 0.05 [mg/L], Cloro residual libre 0.5 [mg/L], porcentaje de salinidad 0.05 [%] y turbidez 0.25 [NTU] y para los parámetros microbiológicos: Coliformes totales 5 [UFC/100 mL] y coliformes fecales 0 [UFC/100 mL], llegando a la conclusión que la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandía - Puno, cumple con los Estándares de Calidad Ambiental en la Categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales, este cumplimiento sugiere que las condiciones del río en esta zona son adecuadas para actividades agropecuarias que dependen del recurso hídrico.

**Palabras clave:** Calidad del agua, ECA para el agua, Parámetros físico químicos, Parámetros bacteriológicos.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the physicochemical and microbiological quality of the waters of the Tambopata River, a section that crosses the town of San Ignacio in the district of San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, 2024. The work was descriptive and non-experimental design, the population was the surface waters of the Tambopata River, for the section that crosses the town of San Ignacio, as sampling points 200 [m] upstream and 100 [m] downstream. The results obtained were: the concentration of the physicochemical parameters are: pH 7.15 [Unit], temperature 17 [°C], electrical conductivity 1.84 [uS/cm], total hardness 22.34 [mg/L], Calcium 2.93 [mg/L], alkalinity 2.82 [mg/L], Chlorides 10.39 [mg/L], Sulfates 37.52 [mg/L], total dissolved solids 0.05 [mg/L], free residual chlorine 0.5 [mg/L], salinity percentage 0.05 [%] and turbidity 0.25 [NTU] and for the microbiological parameters: Total coliforms 5 [UFC/100 mL] and fecal coliforms 0 [UFC/100 mL]. The study concluded that the physicochemical and microbiological quality of the Tambopata River, a section that flows through the town of San Ignacio in the San Pedro de Putina district of Punco, Sandia, and Puno, 2024, meets the Environmental Quality Standards for Category 3: Irrigation of Vegetables and Drinking for Animals. This compliance suggests that the river conditions in this area are suitable for agricultural activities that depend on water resources. Keywords: Water quality, ECA for water, Physical-chemical parameters, Bacteriological parameters.

**Keywords:** Water quality, ECA for water, Physical-chemical parameters, Bacteriological parameters.

## INTRODUCCIÓN

La investigación sobre la calidad del agua en el tramo del río Tambopata que atraviesa el centro poblado de San Ignacio, ubicado en el distrito de San Pedro de Putina Punco, provincia de Sandia permitirá conocer de manera precisa el estado actual del recurso hídrico, contrastando con la percepción de la comunidad. Esta información será de gran utilidad para instituciones encargadas de la gestión de los recursos hídricos a nivel regional y nacional, ya que servirá como base para implementar acciones de monitoreo, control y mitigación de la contaminación. Asimismo, los datos obtenidos serán fundamentales para que las autoridades municipales diseñen e implementen políticas públicas orientadas a garantizar el acceso a agua segura para la población de San Ignacio, mejorando así su calidad de vida. Por último, este estudio se constituirá en un valioso aporte al conocimiento científico, sirviendo como referencia para futuras investigaciones en la zona.

Es esencial alertar a los habitantes del centro poblado de San Ignacio sobre la fragilidad de las fuentes de agua dulce y los riesgos asociados a su contaminación. Las aguas superficiales son particularmente susceptibles a diversos contaminantes, poniendo en peligro la salud de los ecosistemas y de las personas (Marín, 2003). Poner en conocimiento a los residentes la importancia de evitar cualquier tipo de exposición del agua a sustancias que puedan causar irritación, intoxicación o infecciones. Por ello, resulta indispensable informar a la comunidad sobre la necesidad de proteger este recurso vital (Vargas, 1996).

El río Tambopata es el motor que impulsa el desarrollo de muchas comunidades. Su agua es fundamental para la vida diaria, la agricultura y la ganadería. Para garantizar la salud de las personas y el bienestar de los ecosistemas, es imprescindible mantener una calidad de agua óptima en términos de sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

El desarrollo del presente documento se ha estructurado en los siguientes capítulos, permitiendo un abordaje ordenado y detallado de la investigación:

- **Capítulo I:** Se expone el problema de investigación, contextualizando la problemática en función de información relevante y fundamentada. Se presentan antecedentes a nivel internacional, nacional y local, con el propósito de evidenciar la importancia y pertinencia del estudio.
- **Capítulo II:** Se desarrollan los fundamentos teóricos y conceptuales que sustentan la investigación. Para ello, se presenta el **marco teórico**, donde se explican las principales teorías, enfoques y estudios previos relacionados con la calidad del agua y su impacto en la salud pública. Además, se detalla la **normatividad nacional vigente**, estableciendo los parámetros y regulaciones que rigen la calidad del agua en el país.
- **Capítulo III:** Se describe la metodología empleada para llevar a cabo la investigación. En este apartado, se especifica el **diseño de estudio**, los métodos y técnicas utilizadas para la recolección de datos, así como los criterios de selección de la **zona de estudio**, la población y la muestra analizada.
- **Capítulo IV:** En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de las muestras de agua, determinando sus características fisicoquímicas y microbiológicas.

Finalmente, el documento concluye con un apartado de **Conclusiones**, donde se sintetizan las principales apreciaciones derivadas del estudio, resaltando los hallazgos más relevantes y su implicancia en la calidad del agua y la salud pública. A partir de estos resultados, se formulan una serie de **Recomendaciones**, orientadas a la mejora de la calidad del agua en el centro poblado de San Ignacio, proporcionando lineamientos que puedan ser considerados para la gestión y tratamiento adecuado del recurso hídrico en la comunidad.

## CAPÍTULO I

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

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La crisis mundial del agua se agrava por la creciente contaminación de fuentes superficiales, principalmente debido a actividades humanas. El consumo de agua contaminada representa un grave riesgo para la salud, causando millones de muertes prevenibles cada año, especialmente entre los más vulnerables: niños y comunidades marginadas. Los principales culpables de esta situación son los vertidos industriales sin tratar, la gestión inadecuada de residuos domésticos y la escorrentía agrícola, los cuales contaminan las fuentes de agua con una amplia gama de patógenos, químicos y otros contaminantes peligrosos (Hasan, 2019).

La contaminación del agua en nuestro país constituye una grave amenaza tanto a nivel nacional como mundial. Diversos factores, como las actividades económicas desarrolladas en las cuencas hidrográficas, el crecimiento poblacional y la expansión urbana, contribuyen a agravar esta problemática. El aumento de residuos sólidos y el vertido de aguas residuales sin tratamiento en los cuerpos de agua generan impactos significativos en la salud de la población, exponiéndose a diversas enfermedades. Asimismo, estos contaminantes afectan gravemente a los ecosistemas acuáticos, alterando la vida de la fauna y reduciendo la calidad del recurso hídrico. El mal manejo de residuos sólidos, la falta de sistemas adecuados de tratamiento de aguas negras y el vertimiento de efluentes industriales son los principales causantes de esta situación,

modificando profundamente la calidad del agua y limitando su uso para diversas actividades (ANA, 2018).

Un reciente estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua (Autoridad Nacional del Agua, 2018) reveló una preocupante situación en las cuencas de los ríos Tambopata e Inambari. A través de un monitoreo participativo en 15 puntos de la cuenca del Tambopata y 27 de la cuenca del Inambari, se evaluó la calidad del agua de ríos principales y tributarios. Los resultados obtenidos indican que los niveles de diversos parámetros, como plomo, fósforo total y coliformes termotolerantes, superan los estándares de calidad ambiental (ECA) establecidos para la categoría 4, destinada a la conservación del ambiente acuático.

Los habitantes del Centro Poblado de San Ignacio, ubicado en el distrito de San Pedro de Putina Punco, provincia de Sandia, Puno, enfrentan una grave crisis en el acceso a agua potable y saneamiento básico. Ante la falta de estos servicios, la comunidad se ve obligada a utilizar las aguas del río Tambopata para el consumo animal y el aseo personal, exponiéndose a graves riesgos para la salud. Con el objetivo de evaluar la calidad real y actual de estas aguas, se propone un estudio exhaustivo de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del río Tambopata. Los resultados de esta investigación servirán como base sólida para que las autoridades competentes en recursos hídricos implementen medidas urgentes y efectivas para garantizar el acceso a agua segura y mejorar las condiciones de vida de la población.

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

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y biológica del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio del distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, 2024?

#### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.**

- ¿Cuáles son los niveles de los parámetros fisicoquímicos del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, 2024?

- ¿Cuáles son los niveles de los parámetros microbiológicos del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, 2024?
- ¿Cómo es la comparación de los parámetros del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno con la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3?

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

El río Bogotá, un eje vital para Colombia, ha sido objeto de múltiples estudios en busca de soluciones a su grave problema de contaminación. Sánchez y Villamil (2022), destacan que este cuerpo de agua se encuentra en el centro de un ambicioso programa gubernamental enfocado en su descontaminación, conservación y cuidado. Sin embargo, es fundamental comprender a profundidad la naturaleza y los efectos de los contaminantes que afectan al río. Con este objetivo, el estudio realizado por Sánchez y Villamil (2022), empleó un enfoque cualitativo para analizar 45 investigaciones previas, entre tesis de licenciatura y artículos científicos, publicadas entre 2010 y 2020. Mediante una rigurosa revisión y análisis crítico, utilizando la herramienta CASPE. , se identificaron los principales contaminantes y sus impactos en la salud humana. Los resultados de esta investigación revelan una realidad preocupante. Si bien existen numerosos estudios sobre las cuencas media y alta del río Bogotá, la información disponible sobre las cuencas bajas es aún escasa. Entre los contaminantes más comunes se encuentran los de origen industrial, agrícola y doméstico, destacando los microbianos y los metales pesados. Estos últimos, en particular, representan un grave riesgo para la salud, ya que se asocian a enfermedades gastrointestinales, cutáneas y neurológicas.

Flores et al. (2018), reportaron un rango de pH entre 8.9 y 9.6, excediendo los límites establecidos por la guía canadiense (6.5-9.0). La temperatura del agua, con un promedio

de 28.8°C, se mantiene por debajo del límite máximo permitido por la normatividad mexicana. Los niveles de oxígeno disuelto se encontraron dentro de los rangos establecidos por la EPA y la guía canadiense. Sin embargo, los valores de DQO, ubicados entre 40 y 200 mg/L, clasificaron al cuerpo de agua como contaminado. La conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales se ajustaron a los parámetros establecidos por la Sernapam.

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.**

Atencio (2018), llevó a cabo un estudio exhaustivo sobre la calidad del agua para consumo humano en la comunidad de San Antonio de Rancas, ubicada en el distrito de Simón Bolívar, región Pasco, Perú. La investigación combinó un enfoque descriptivo y analítico para evaluar tanto los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua, como la percepción de la población respecto a su calidad. Para este estudio, se seleccionan dos puntos de muestreo clave: el punto de entrada del agua al reservorio y la pileta domiciliaria. Los resultados del análisis de agua revelaron que, aunque los parámetros fisicoquímicos como el pH y los sólidos disueltos totales se encontraban dentro de los rangos permitidos por la normativa nacional (DS N° 031-2010-SA), los parámetros microbiológicos, específicamente los coliformes. totales y fecales, superan los límites máximos permisibles tanto en el punto de entrada al reservorio como en la pileta domiciliaria. Por otro lado, la encuesta a la población mostró que, si bien los habitantes de San Antonio de Rancas consideraban que la cantidad de agua disponible era adecuada, existía un desconocimiento generalizado sobre su calidad. Se concluyó que, a pesar de los esfuerzos por garantizar el acceso al agua, la calidad del agua para consumo humano en San Antonio de Rancas no cumple con los estándares establecidos. La presencia de coliformes totales y fecales indica una contaminación fecal del agua, lo que representa un riesgo significativo para la salud de la población.

Díaz (2018), realizó un estudio exhaustivo sobre la calidad del agua de la quebrada Chupishiña, ubicada en la región San Martín, Perú. El objetivo principal fue evaluar la variación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en dos épocas distintas: de

avenida (abril) y de estiaje (junio). Para ello, se establecieron tres puntos de monitoreo y se analizaron una amplia gama de parámetros, desde aquellos medidos in situ (pH, temperatura, etc.) hasta aquellos que requirieron análisis de laboratorio (metales pesados, coliformes, etc.). Los resultados mostraron que, en general, los parámetros fisicoquímicos del agua de la quebrada Chupishiña se encontraban dentro de los límites establecidos por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, tanto en época de avenida como de estiaje. Esto indica que, en términos de composición química, el agua no presenta una contaminación significativa por metales pesados u otros elementos. Sin embargo, los resultados de los parámetros microbiológicos revelaron una situación más preocupante. Se concluyó que, si bien la calidad fisicoquímica del agua de la quebrada Chupishiña es aceptable, la presencia de altos niveles de contaminantes microbiológicos la hace no apta para los usos evaluados en el estudio. Esta situación representa un riesgo significativo para la salud de las personas y los ecosistemas que dependen de esta fuente de agua.

Mendoza (2018), llevó a cabo un exhaustivo estudio sobre la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, ubicado en la región Ayacucho, Perú. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar la aptitud del agua para el consumo humano, considerando una serie de indicadores fisicoquímicos y su relación con la gestión del recurso hídrico y el ciclo hidrológico. Se seleccionaron ocho puntos estratégicos en la zona de estudio. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos, se empleó el software Microsoft Excel. Los resultados del estudio revelaron que, en general, los parámetros fisicoquímicos evaluados se encontraban dentro de los límites establecidos en la normativa peruana. Sin embargo, se detectaron concentraciones elevadas de fosfatos (1,51 ppm) y arsénico (0,13 ppm), las cuales superaron los estándares de calidad ambiental. Estos hallazgos evidencian una contaminación del recurso hídrico en la zona de estudio, poniendo en riesgo la salud de la población y los ecosistemas acuáticos. A través de la aplicación del marco analítico DPSIR, Mendoza logró integrar las

dimensiones sociales y ambientales del problema, identificando las presiones y los impactos sobre el sistema hidrosocial de Sacsamarca.

Los resultados del estudio de Rojas (2018) indican que el río Ragra presenta una calidad de agua deficiente, evidenciada por el incumplimiento de los ECA categoría 3. Los rangos de pH (6.5-8.5) y oxígeno disuelto (3.6 mg/L) se encontraron dentro de los límites establecidos, sin embargo, los valores de conductividad eléctrica (549-3616  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), sólidos disueltos totales (306-3335 mg/L) y concentraciones de metales (cobre: 0.0151-2.1306 mg/L; hierro: 0.814-58.319 mg/L; manganeso: 0.4208-20 mg/L; plomo: 0.0119-2.3502 mg/L; zinc: 0.161-11.914 mg/L) superaron los estándares de calidad ambiental para cuerpos de agua dulce de esta categoría.

Minga (2019), realizó un estudio descriptivo para evaluar la calidad del agua de la quebrada San Antonio, ubicada en el distrito de San Miguel del Faique-Huancabamba, Piura, Perú, durante el periodo de estiaje (agosto a noviembre de 2018). El objetivo principal fue determinar si el agua era apta para riego, considerando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes. Los resultados mostraron que el pH del agua era ligeramente alcalino (7,89), con una temperatura promedio de 22°C. La conductividad eléctrica presentó un valor de 1964,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando una cierta mineralización del agua. Sin embargo, los parámetros más preocupantes fueron los relacionados con la contaminación microbiológica: se detectaron altas concentraciones de coliformes totales (4573 NMP/100 mL) y coliformes fecales (719 NMP/100 mL). Los resultados del estudio revelaron que el agua de la quebrada San Antonio no era apta para riego de vegetales, ya que superaba los límites permisibles de coliformes totales y fecales establecidos para este uso. La presencia de estos microorganismos indica una contaminación fecal del agua, lo que representa un riesgo para la salud humana y animal. Sin embargo, los resultados del análisis bacteriológico evidencian que esta agua no es potable y requiere de un tratamiento previo para eliminar los patógenos presentes.

Tocto (2019), llevó a cabo un estudio para evaluar la calidad microbiológica del río Quiroz, específicamente en el caserío Puente Quiroz-Suyo-Ayabaca, Piura, Perú. El objetivo

principal de la investigación fue determinar las concentraciones de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* en el agua del río, y comparar estos resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos para las categorías 1 y 3, con el fin de evaluar su aptitud para diferentes usos. Para realizar este estudio, se recolectaron 16 muestras de agua en cuatro estaciones de muestreo durante los meses de abril a julio de 2018. Los resultados del estudio mostraron variaciones en los valores de pH y temperatura, parámetros fisicoquímicos que influyen en la calidad del agua. Los resultados de los análisis microbiológicos revelaron concentraciones elevadas de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* en todas las muestras de agua del río Quiroz. Los valores máximos encontrados superaron significativamente los límites establecidos en los ECA para las categorías 1 y 3, lo que indica una contaminación fecal del agua. La presencia de altas concentraciones de coliformes en el río Quiroz representa un riesgo significativo para la salud pública, ya que estos microorganismos son indicadores de contaminación fecal y pueden causar diversas enfermedades gastrointestinales. Además, limita el uso del agua para actividades como el consumo humano, riego y recreación.

### **1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.**

Quispe (2022), evidencian una grave contaminación en la laguna confinada de Puno, causada principalmente por el vertido de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento previo. Los altos niveles de coliformes fecales encontrados indican la presencia de patógenos que representan un riesgo para la salud humana. Además, la superación de los ECA para oxígeno disuelto, DBO y DQO sugiere una demanda bioquímica de oxígeno elevada, lo que provoca la disminución de oxígeno disuelto en el agua y, en consecuencia, la muerte de organismos acuáticos. Esta situación ha generado una proliferación de algas tóxicas que, al descomponerse, consumen el oxígeno restante y liberan sustancias nocivas, agravando aún más la calidad del agua.

Ibáñez (2018), llevó a cabo un estudio de la calidad del agua, obteniendo los siguientes resultados: En cuanto a los parámetros químicos, se registraron temperaturas entre 12.10

y 12.40 °C, un pH ligeramente alcalino (7.55 a 7.81), y una conductividad eléctrica que varió entre 658 y 1,380  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Asimismo, se midieron valores de turbidez, dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio, magnesio, sólidos disueltos totales y sólidos totales, los cuales se encontraban dentro de los límites máximos permisibles (LMP). Los niveles de coliformes totales se encontraron entre 4 y 28 NMP/100 ml, superando ampliamente el límite máximo permisible de 0 NMP/100 ml. Este hallazgo indica una contaminación biológica significativa en las muestras de agua evaluadas.

Cornejo (2019) en su estudio, reportó niveles elevados de pH, cadmio, selenio y conductividad eléctrica en el agua analizada, superando los límites establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM. Además, se detectaron concentraciones significativas de nitratos y nitritos, aunque dentro de los rangos permitidos. Otros parámetros como oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos totales disueltos (TDS) también fueron evaluados.

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

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

Evaluar la calidad de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandía - Puno, 2024.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandía - Puno, 2024.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandía - Puno, 2024.
- Comparar los parámetros del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandía - Puno con la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. EL AGUA.

El agua se encuentra en constante movimiento a través del ciclo hidrológico, pasando de estado líquido a gaseoso y viceversa. Sin embargo, las actividades humanas han alterado significativamente este ciclo natural. A través de procesos como la agricultura, la industria y la generación de energía, el ser humano ha modificado la cantidad y la calidad del agua en diversos puntos del planeta. Estas modificaciones antrópicas han llevado a una degradación progresiva de la calidad del agua. La extracción excesiva de agua de ríos y acuíferos, así como la descarga de contaminantes, han alterado las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua. Como consecuencia, términos como "agua pura" y "agua residual" han adquirido nuevos significados, y las posibilidades de uso del agua se han visto limitadas. La degradación de la calidad del agua ha impulsado el desarrollo de tecnologías de tratamiento destinadas a restaurar y mejorar las características del agua. Estas tecnologías son esenciales para garantizar la disponibilidad de agua limpia para el consumo humano, la agricultura y la industria, así como para proteger los ecosistemas acuáticos.

##### 2.1.2. CALIDAD DEL AGUA.

Perú cuenta con una considerable cantidad de agua superficial; sin embargo, su calidad se encuentra seriamente comprometida en diversas regiones del país. Este deterioro constituye uno de los problemas ambientales más acuciantes, ya que limita el aprovechamiento eficiente del recurso hídrico, poniendo en riesgo el abastecimiento para

consumo humano y animal, la producción agrícola y la preservación de los ecosistemas. La gravedad de esta situación demanda una acción inmediata y contundente. Las principales causas de la baja calidad del agua en Perú son multifactoriales. Entre ellas destacan el insuficiente tratamiento de las aguas residuales, la contaminación industrial proveniente de sectores como la minería informal y los hidrocarburos, el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura y la degradación de las cuencas hidrográficas. Es importante subrayar que la concentración de contaminantes en el agua varía según el uso final al que esté destinada, siendo los estándares para el consumo humano los más restrictivos. La contaminación del agua tiene consecuencias directas y graves para la salud humana, animal y ambiental. La ingestión de agua contaminada puede provocar diversas enfermedades, mientras que la calidad del agua para riego afecta la productividad agrícola y la calidad de los alimentos. La solución a la problemática de la contaminación del agua en Perú requiere de una gestión integral que abarque diversos aspectos. Es fundamental fortalecer los sistemas de tratamiento de aguas residuales, promover prácticas agrícolas sostenibles, regular las actividades industriales y mineras, y restaurar las cuencas hidrográficas (ANA, 2013). La calidad del agua es un concepto dinámico y contextual, cuya evaluación depende en gran medida del uso al que se destine. Un agua considerada apta para la vida acuática puede no ser potable, y un agua potable puede resultar inadecuada para procesos industriales que requieren una pureza específica. Esta relatividad se debe a que los criterios de calidad varían según los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se consideren relevantes para cada uso particular. En este sentido, un agua se considera contaminada cuando experimenta alteraciones en sus características que limitan o impiden su utilización para un fin determinado, ya sea el consumo humano, la agricultura, la industria o la preservación de los ecosistemas acuáticos (Martel, 2014).

### **2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA**

#### **a. Temperatura.**

Es un parámetro fundamental que influye directamente en su calidad. Al aumentar la temperatura, disminuye la capacidad del agua para retener oxígeno, un elemento vital para la vida acuática. Esta reducción en la solubilidad del oxígeno, combinada con un aumento en la tasa de consumo por parte de los organismos, crea condiciones adversas para muchas especies. La temperatura no solo afecta la disponibilidad de oxígeno, sino también las reacciones químicas que ocurren en el agua. Un cambio brusco de temperatura puede provocar un shock térmico en los organismos acuáticos, causando mortalidad masiva. Además, temperaturas elevadas aceleran procesos de descomposición y favorecen el crecimiento de microorganismos patógenos, lo que deteriora aún más la calidad del agua. La temperatura se encuentra estrechamente relacionada con otros indicadores de calidad del agua, como el pH, la conductividad eléctrica y el déficit de oxígeno. Los organismos acuáticos tienen rangos de temperatura óptimos para su desarrollo. Cuando la temperatura supera los 50°C, la mayoría de las formas de vida acuática no pueden sobrevivir. Por otro lado, temperaturas inferiores a los 15°C pueden inhibir la actividad de ciertas bacterias, como las productoras de metano (DIGESA).

#### **b. Sólidos disueltos totales.**

Los sólidos disueltos totales (TDS) constituyen un parámetro fundamental para evaluar la calidad de un recurso hídrico. Este indicador representa la cantidad total de sales minerales disueltas en el agua y se expresa en miligramos por litro (mg/L), gramos por metro cúbico ( $\text{g/m}^3$ ) o partes por millón (ppm). La presencia de estas sales confiere al agua una conductividad eléctrica, lo que significa que puede conducir la corriente eléctrica. A mayor cantidad de sales, mayor será la conductividad, permitiendo así estimar de forma rápida la salinidad del agua. En aguas no salobres, el calcio y el magnesio son los principales cationes responsables de la salinidad. Estos elementos, aunque esenciales para muchos procesos biológicos, pueden generar inconvenientes en diversos usos del agua, como la agricultura y la industria. Por ejemplo, la presencia excesiva de calcio y magnesio puede causar incrustaciones en tuberías y equipos,

además de afectar el sabor y la apariencia del agua. Determinación de los sólidos totales: un proceso de evaporación. La determinación de los sólidos totales en una muestra de agua implica un proceso de evaporación y secado. Inicialmente, se pesa una cápsula de porcelana previamente tarada. Luego, se introduce una cantidad conocida de la muestra de agua en la cápsula y se somete a evaporación completa a una temperatura de 103-105 °C. El residuo seco que queda en la cápsula corresponde a los sólidos totales. Finalmente, se vuelve a pesar la cápsula con el residuo para determinar el incremento de peso, el cual representa la cantidad de sólidos totales presentes en la muestra original (Severiche et.al, 2013).

### **c. Conductividad eléctrica.**

La conductividad eléctrica del agua es una propiedad que refleja su capacidad para conducir corriente eléctrica. Esta característica está directamente relacionada con la cantidad de sustancias disueltas en el agua, principalmente sales minerales. El agua pura, como la destilada, presenta una conductividad muy baja debido a la escasa presencia de iones. Por el contrario, el agua de mar, rica en sales, exhibe una conductividad mucho mayor. Incluso el agua de lluvia, al entrar en contacto con la atmósfera, disuelve gases y partículas, lo que aumenta su conductividad en comparación con el agua destilada. Esta propiedad hace que la conductividad sea un indicador útil para evaluar la pureza del agua y su grado de contaminación. La conductividad eléctrica se mide utilizando un instrumento llamado conductímetro. Este equipo determina la conductividad de una muestra de agua en condiciones estándar: una distancia de 1 centímetro entre los electrodos y una temperatura de 25°C. Los resultados se expresan en milisiemens (mS/cm), una unidad que indica la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica (Téllez, 2016).

La conductividad eléctrica, medida en siemens por centímetro (S/cm) o sus submúltiplos, es una propiedad fundamental del agua que indica su capacidad para conducir corriente eléctrica. Esta propiedad está directamente relacionada con la concentración de sales y otros iones disueltos. Cuanto mayor sea esta concentración, mayor será la conductividad.

Por lo tanto, la conductividad se utiliza como un indicador clave de la calidad del agua, ya que refleja su contenido de sólidos disueltos totales y su aptitud para diferentes usos, como el consumo humano o la agricultura (Carda de la fuente, 2013):

- Agua pura: 0,055 ps/cm
- Agua de uso doméstico: 500-800 ps/cm
- Agua destilada: 0,5 pS/cm.
- Agua de montaña: 1,0 pS/cm.
- Agua de mar 50.000-60.000 pS/cm.

#### **d. Turbidez**

La turbidez del agua, causada por la presencia de partículas sólidas en suspensión de variado origen (arcillas, sedimentos, materia orgánica, microorganismos), reduce su transparencia y afecta su calidad. Estas partículas, con tamaños que van desde 0.1 a 1000 nanómetros, absorben y dispersan la luz, dando al agua un aspecto turbio. La turbidez no solo es un indicador estético, sino que también influye en procesos biológicos acuáticos, como la fotosíntesis, y puede albergar patógenos que ponen en riesgo la salud humana. Por esta razón, la medición de la turbidez es fundamental para evaluar la calidad del agua y el desempeño de los sistemas de tratamiento (DIGESA).

Según la OMS, la turbidez es una medida de la claridad del agua y un parámetro fundamental para evaluar la calidad del agua potable. Los estándares internacionales, como los establecidos por la ya mencionada OMS y la EPA de Estados Unidos, fijan límites máximos de turbidez para garantizar la seguridad del suministro de agua. Estos límites, que suelen estar por debajo de 1 NTU, se basan en la evidencia científica que relaciona la turbidez con la presencia de contaminantes y el riesgo para la salud. Los sistemas de tratamiento de agua potable, a través de procesos de filtración y coagulación, deben cumplir con estos estándares para asegurar que el agua suministrada a los consumidores sea clara, transparente y segura para el consumo.

#### **2.1.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.**

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

El pH, una medida de la acidez o alcalinidad de una solución, desempeña un papel crucial en la calidad del agua. Aunque no afecta directamente la salud humana de manera inmediata, influye significativamente en diversos procesos físicos y químicos que ocurren en el agua, así como en los tratamientos que se le aplican. El pH óptimo es esencial para la eficacia de los procesos de tratamiento del agua. Por ejemplo, la coagulación, un proceso que utiliza productos químicos para aglomerar partículas en suspensión, se ve fuertemente afectada por el pH. Un pH adecuado facilita la formación de flóculos y mejora la eficiencia de la eliminación de sólidos. Asimismo, el pH influye en la eficacia de los desinfectantes, como el cloro, que pueden ser menos efectivos en rangos de pH extremos.

El pH del agua, tanto cruda como tratada, debe mantenerse dentro de un rango de 5,0 a 9,0 para optimizar su calidad. Este intervalo facilita el control de las propiedades fisicoquímicas del agua y minimiza los efectos adversos sobre otros constituyentes. Las directrices canadienses establecieron un rango más restrictivo de 6,5 a 8,5 para el agua destinada al consumo humano (Martel, 2014).



**Figura 01:** Representación del rango del pH.

**Fuente.** Adaptado de las imágenes de <https://www.significados.com/ph/>

### **b. Oxígeno disuelto.**

El oxígeno disuelto (OD) es uno de los parámetros más importantes para evaluar la calidad del agua en ríos, lagos y otros cuerpos de agua dulce. Se expresa comúnmente en partes por millón (ppm) y representa la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua. Este indicador es fundamental para comprender el estado general de un ecosistema acuático, ya que afecta directamente a todos los procesos biológicos que

ocurren en él. Además de la temperatura, otros factores influyen en los niveles de oxígeno disuelto en el agua, como la presión atmosférica, la salinidad, la presencia de vegetación acuática y la actividad microbiana. Los procesos de descomposición de la materia orgánica en el agua consumen oxígeno, lo que puede reducir significativamente los niveles de OD en zonas con alta carga orgánica. Por el contrario, la fotosíntesis realizada por las plantas acuáticas produce oxígeno, contribuyendo a aumentar los niveles de OD durante el día (Téllez, 2016). La concentración de oxígeno disuelto en el agua depende de varios factores. Uno de los más importantes es la temperatura del agua.

A mayor temperatura, menor solubilidad del oxígeno. Por ejemplo, a 25°C, el agua puede contener aproximadamente 8.32 mg/L de oxígeno, mientras que a 0°C esta cantidad aumenta a 14.74 mg/L. Es evidente que la cantidad de oxígeno disuelto es relativamente baja y que el aumento de la temperatura reduce significativamente esta concentración. La presencia de materia orgánica en el agua también afecta significativamente los niveles de oxígeno. Los residuos orgánicos provenientes de diversas actividades humanas, como la agricultura y la ganadería, son descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir, bacterias que consumen oxígeno durante este proceso. Cuando la cantidad de estos residuos es elevada, la proliferación de bacterias agota rápidamente el oxígeno disuelto, poniendo en peligro la vida de peces y otros organismos acuáticos. El oxígeno disuelto es esencial para la supervivencia de numerosos organismos acuáticos. Desde los microorganismos hasta los peces, todos requieren oxígeno para respirar. Por lo tanto, la disminución de los niveles de oxígeno en un cuerpo de agua puede tener consecuencias graves para todo el ecosistema acuático (DIGESA).

### **2.1.5. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DEL AGUA.**

#### **a. Coliformes Termotolerantes.**

Los coliformes termotolerantes son un grupo específico de microorganismos que han desarrollado la capacidad de sobrevivir a temperaturas elevadas, incluso alcanzando los 45°C. Su presencia en el agua se considera un indicador clave de contaminación fecal,

ya que estos microorganismos son originarios del tracto intestinal de animales de sangre caliente, incluyendo a los humanos. La *Escherichia coli* (E. coli) es el microorganismo más comúnmente asociado con los coliformes termotolerantes. Sin embargo, otras especies como *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* también pueden encontrarse en este grupo. Aunque estas últimas especies forman parte de los coliformes termotolerantes, su origen se vincula más comúnmente con la vegetación y solo ocasionalmente se detectan en el intestino (Hayes,2013).

#### **2.1.6. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA.**

Los estándares de calidad ambiental para el agua son parámetros numéricos que fijan los niveles máximos de diversas sustancias (químicas, biológicas, físicas) en un cuerpo de agua, asegurando que no superen los umbrales que puedan causar daños a la salud humana, a la flora y fauna acuáticas, o alterar los procesos ecológicos esenciales. Estos límites son establecidos por autoridades ambientales como el y son de cumplimiento obligatorio para cualquier actividad que genere o descargue efluentes al medio acuático (Minam, 2017) .

El Decreto Supremo 004-2017-MINAM establece los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, fijando los límites máximos permisibles de contaminantes en los cuerpos de agua del país. Esta normativa, emitida por el Ministerio del Ambiente (MINAM), busca garantizar la protección de la salud humana y de los ecosistemas acuáticos, así como promover el uso sostenible del recurso hídrico. Al categorizar los cuerpos de agua según su uso y establecer parámetros de calidad específicos para cada categoría, el decreto facilita la gestión y el control de la contaminación hídrica.

### **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

- **El Agua.**

El agua es un elemento dinámico que se encuentra en constante movimiento a través de lo que conocemos como ciclo hidrológico o ciclo del agua . Este proceso natural implica una serie de transformaciones físicas del agua, pasando de estado líquido a gaseoso y nuevamente a líquido (Poch, 1991).

- **Calidad de Agua.**

La calidad del agua es un concepto dinámico y contextualmente dependiente, ya que su valoración varía significativamente en función del uso al que se destine. Un agua considerada apta para la vida acuática puede no cumplir con los rigurosos estándares exigidos para el consumo humano, y a su vez, un agua potable puede presentar características que la inhabiliten para procesos industriales específicos. La determinación de la calidad del agua, por tanto, implica una evaluación exhaustiva que considere los parámetros físico-químicos y microbiológicos relevantes para cada aplicación, asegurando así que el recurso hídrico sea utilizado de manera eficiente y segura (Martel, 2014).

- **Características del Agua:**

- **Físicas:** Temperatura, sólidos totales, conductividad, turbidez.
- **Químicas:** pH, oxígeno disuelto.
- **Biológicas:** Coliformes termotolerantes.

- **Estándar de Calidad Ambiental para el Agua.**

**Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua** son valores numéricos que indican la concentración máxima permisible de contaminantes en un cuerpo de agua, asegurando su calidad y preservando su capacidad de uso. El **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM** constituye un hito en la gestión ambiental del agua en Perú, al consolidar y actualizar los ECA para diversos parámetros y usos del agua. Esta normativa es fundamental para la evaluación del estado de los cuerpos de agua, el diseño de medidas de control y la prevención de la contaminación hídrica.

### 2.3. MARCO NORMATIVO

- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. El Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el agua, asegurando su protección y uso sostenible.
- La Ley N° 28611 establece los principios y normas básicas para garantizar un ambiente saludable y sostenible en el Perú.

- El Decreto Legislativo N° 1501 refuerza las medidas de prevención y minimización en la generación de residuos sólidos.
- Decreto Legislativo N° 1278, norma que establece las bases para una gestión adecuada de los residuos sólidos en el país.
- Ley N° 26842, norma que regula el sistema de salud en el Perú.
- Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338), aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG.

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

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.**

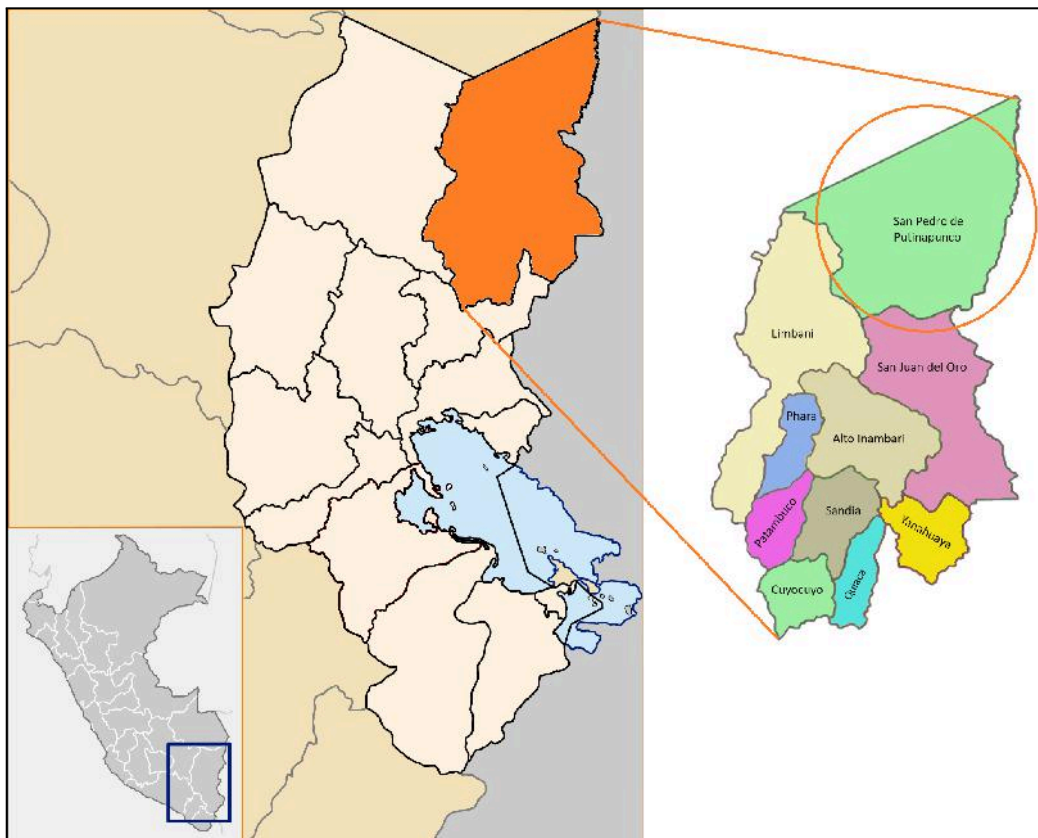
La calidad del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio del distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, no se encuentra dentro de los parámetros de la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en el centro Poblado de San Ignacio el cual junto a otros 64 centros poblados que conforman el distrito de San Pedro de Putina Punco que a su vez es parte de los 10 distritos de la provincia de Sandia del departamento de Puno.



**Figura 02:** Ubicación del Distrito de San Pedro Putina Punco en la Provincia de Sandia.

**Fuente:** Adaptado de las imágenes de [https://www.wikiwand.com/es/Distrito\\_de\\_San\\_Pedro\\_de\\_Putina\\_Punco](https://www.wikiwand.com/es/Distrito_de_San_Pedro_de_Putina_Punco).

### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

#### 3.2.1. POBLACIÓN.

La población para el trabajo de investigación fueron las aguas superficiales del río Tambopata, para el tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio.



**Figura 03:** Ubicación del río Tambopata para el tramo que atraviesa el Centro Poblado de San Ignacio.

**Fuente:** Adaptado de las imágenes de <https://www.google.com/maps/place/San+ignacio/>

#### 3.2.2. MUESTRA.

La muestra fué igual 1 Litro, es decir 0.5 [L] de agua para el Punto de Muestreo 1 y 05 [L] para el Punto de muestreo 2.

El muestreo ha sido intencional, de forma instantánea y puntual. Instantáneo porque la muestra representó los parámetros de los recursos hídricos en el momento en que se recolecta y puntual porque se tomaron muestras en 2 puntos representativos y en una sola fecha.

- **Punto de Muestreo 1:**

El primer punto de muestreo se ubicó a 200 metros aguas arriba del centro poblado San Ignacio, este punto se ha elegido por que es el inicio donde el río atraviesa el centro poblado.

- **Punto de Muestreo 2:**

El segundo punto de muestreo se ubicó a 100 metros aguas abajo del centro poblado, donde ya no existe la presencia de los comuneros.

**Tabla 01:** Puntos de muestreo.

<b>Denominación</b>	<b>Coordenadas UTM</b>
<b>PM1</b>	ZONA 19S
Punto de muestro 01	504431.90 ESTE
Antes de atravesar el C.P.	8446373.70 NORTE
<b>PM2</b>	ZONA 19S
Punto de muestro 02	504085.70 ESTE
Después de atravesar el C.P.	8446032.70 NORTE

### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

El estudio realizado es de tipo descriptivo, cuyo objetivo es analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas superficiales del río Tambopata en el tramo que atraviesa el C.P. de San Ignacio. Para ello, se utilizaron técnicas de observación, descripción y medición in situ de muestras representativas en cada punto

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

El diseño de la presente investigación es No Experimental, lo que significa que no se manipulan deliberadamente las variables independientes, sino que se observan los fenómenos en su contexto natural para analizarlos tal como ocurren. Este tipo de diseño

permite estudiar la relación entre variables sin intervenir en su desarrollo, proporcionando una visión objetiva de la realidad.

### **3.3.3. MÉTODO.**

Los métodos se han basado en la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, que establece el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

#### **Procedimiento de la investigación**

##### **a. Identificación de los puntos de muestreo**

Se identificó y georreferenció los puntos de muestreo, cada uno con su coordenada geográfica. Se utilizaron equipos específicos para medir con precisión los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

##### **b. Para el objetivo específico 1: Determinación de los parámetros físicos químicos:**

Se recolectó una muestra 500 ml que se ha llevado al laboratorio de control de calidad de la UNA - Puno, para su análisis este procedimiento se ha repetido para el punto de muestreo 02.

##### **c. Para el Objetivo específico 2: Determinación de los parámetros microbiológicos.**

Para el análisis de coliformes termotolerantes, se han tomado muestras en frascos de vidrio de 300 ml, debidamente esterilizados y etiquetados. Los frascos se enjuagaron de 2 a 3 veces y se sumergieron en el agua, dejando un 10% del volumen para permitir la oxigenación. Las muestras se colocaron en un contenedor con hielo para su preservación y se entregaron al laboratorio correspondiente.

##### **d. Para el Objetivo específico 3: Comparar los parámetros del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio con la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3**

Se ha elaborado una tabla resumen donde se ha evaluado los parámetros con la normatividad vigente del ECA del Agua (Ver Anexo 02), donde se ha separado las

categorías D1: Riego de Vegetales y la categoría D2: Bebida de animales, dichos parámetros fueron comparados con ambas categorías, para determinar su cumplimiento.

### 3.3.4. MATERIALES.

Materiales de campo:

- Recipientes transparentes y de 200 ml
- Guantes, mandil, tablero de apuntes, cooler, botas de jebe
- Agua destilada y pizeta.

Equipos de campo:

- Oxímetro, pH-metro, conductímetro, termómetro.

Equipo de laboratorio:

- Turbidímetro

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 02:** Operacionalización de variables.

Variable	Dimensión	Indicador o definición operativa	Categoría y valores
V.I Calidad del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el C.P. de San Ignacio.	● Parámetros físicos.	● Temperatura	Numérico
		● Conductividad	Numérico
	● Parámetros químicos.	● Eléctrica.	Numérico
		● Sólidos totales	Numérico
		● Turbiedad.	Numérico
	● Parámetros microbiológicos.	● pH	Numérico
		● Oxígeno disuelto.	
		● Coliformes Termotolerantes	

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.

Los instrumentos y/o herramientas estadísticos utilizados en la evaluación de los resultados obtenidos son:

- Tablas de distribución de frecuencias, variables porcentuales y las correspondientes relaciones de los datos.
- Gráficos estadísticos, se presentan en forma de gráfico de barras para observar las frecuencias y su comportamiento.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los análisis de la calidad del agua del río Tambopata en el tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio, ubicado en el distrito de San Pedro de Putina Punco, provincia de Sandia, región Puno. Para ello, se determinaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mediante análisis realizados en el laboratorio de control de calidad de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano (UNA) - Puno.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas superficiales de categoría 3, estableciendo su aptitud para el riego de vegetales y el consumo de animales. Este estudio busca aportar información relevante para la gestión y preservación de los recursos hídricos en la región, considerando su importancia ecológica y socioeconómica.

Para ello se exponen los resultados de acuerdo al logro de cada uno de los objetivos específicos.

#### 4.1. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO, 2024.

**Tabla 03:** Resultados de los parámetros fisicoquímicos.

N° Parámetros	Unidad	Valor		
		200[m] antes M1	100[m] después M2	MEDIA
1 pH	Unidad	7.01	7.29	7.15
2 Temperatura	°C	17.00	17.00	17.00
3 Conductividad Eléctrica	uS/cm	3.50	0.18	1.84
4 Dureza total	mg/L	21.44	23.24	22.34
5 Calcio	mg/L	2.40	3.45	2.93
6 Alcalinidad	mg/L	2.82	2.82	2.82
7 Cloruros	mg/L	8.79	11.99	10.39
8 Sulfatos	mg/L	43.00	32.04	37.52
9 Sólidos disueltos totales	mg/L	0.00	0.10	0.05
10 Cloro residual libre	mg/L	0.50	0.50	0.50
11 Porcentaje de salinidad	%	0.00	0.10	0.05
12 Turbidez	NTU	0.25	0.25	0.25

El análisis del agua descrito en la tabla 03, para el río Tambopata en el tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio muestra los siguientes aspectos:

- pH (7.15): Dentro del rango neutro (6.5-8.5), lo que indica que el agua no es ni ácida ni demasiado alcalina, siendo adecuada para la vida acuática y el consumo humano.

- Temperatura (17°C): Un valor relativamente bajo, lo cual es normal en cuerpos de agua de zonas tropicales y montañosas. La temperatura influye en la solubilidad del oxígeno y en la actividad biológica.
- Conductividad eléctrica (1.84  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ): Muy baja, indicando una escasa presencia de sales disueltas y baja mineralización del agua.
- Dureza total (22.34 mg/L): Se considera agua blanda, ya que la dureza es menor a 60 mg/L. No representa un problema para el consumo ni para el uso industrial.
- Calcio (2.93 mg/L): Un nivel bajo, lo cual es coherente con la baja dureza del agua.
- Alcalinidad (2.82 mg/L): Indica una baja capacidad de amortiguación frente a cambios en el pH, lo que puede hacer que el agua sea más susceptible a variaciones en la acidez.
- Cloruros (10.39 mg/L): Dentro de los límites aceptables para agua potable (<250 mg/L). Niveles elevados pueden indicar contaminación por descargas domésticas o agrícolas.
- Sulfatos (37.52 mg/L): También dentro de los límites seguros (<250 mg/L según la OMS), sin riesgo de afectar el sabor del agua ni causar problemas de salud.
- Sólidos disueltos totales (0.05 mg/L): Extremadamente bajo, indicando una alta pureza del agua.
- Cloro residual libre (0.5 mg/L): Es un valor típico cuando el agua ha sido tratada con desinfección con cloro. Indica que el agua podría haber recibido algún tratamiento de potabilización.
- Porcentaje de salinidad (0.05%): Muy bajo, confirmando la baja mineralización del agua.
- Turbidez (0.25 NTU): Un nivel muy bajo, indicando que el agua es clara y tiene poca materia en suspensión. Cumple con los estándares de calidad para consumo (<1 NTU).

Concluyendo que los resultados indican que el agua del río Tambopata en este tramo es de muy buena calidad, con baja salinidad, dureza y turbidez. Los niveles de cloruros y

sulfatos están dentro de los límites recomendados, y el pH es adecuado para el ecosistema acuático y para el consumo humano. La baja alcalinidad sugiere que podría ser susceptible a variaciones de pH debido a factores externos.

#### 4.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO, 2024.

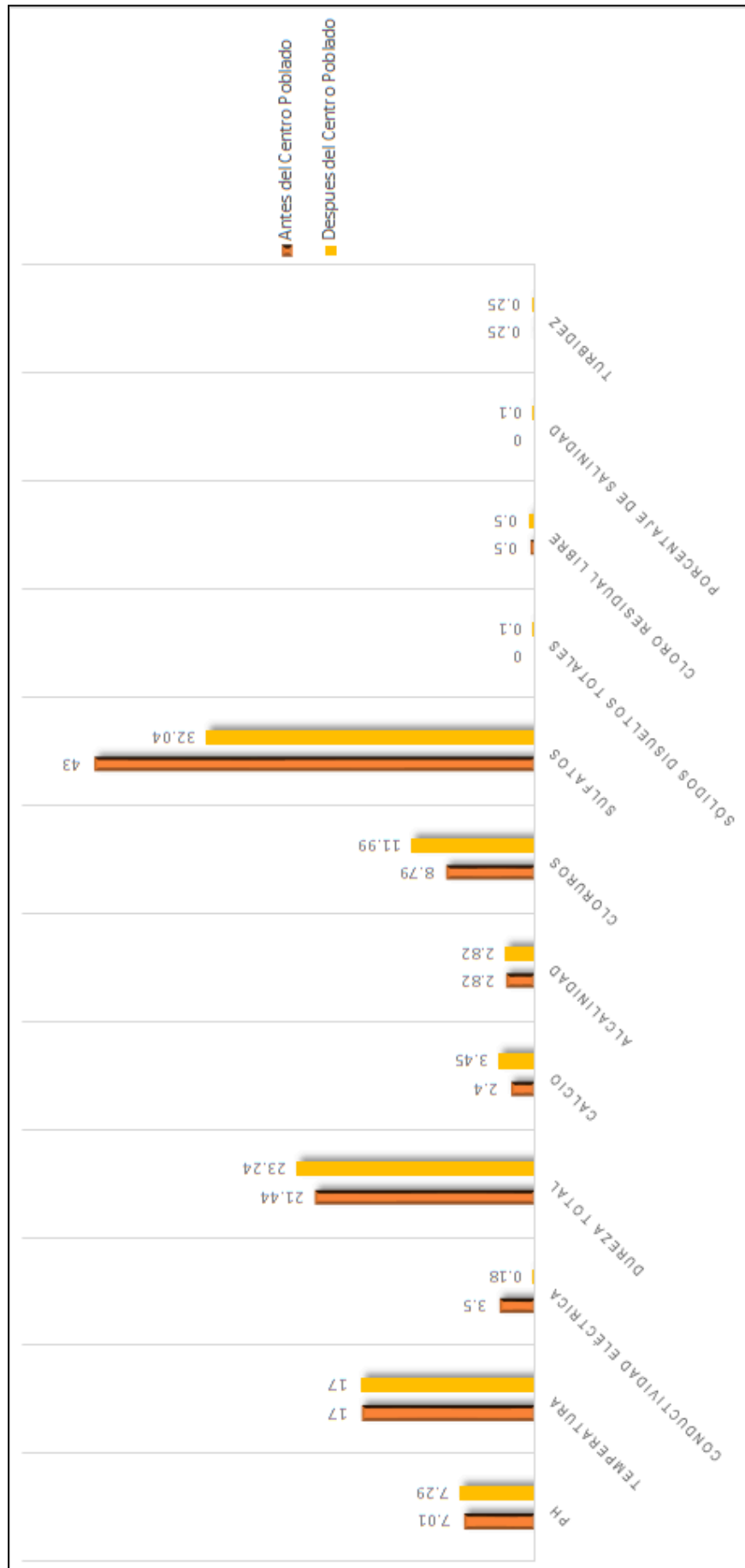
**Tabla 04:** Resultados de los parámetros microbiológicos.

N°	Parámetros	Unidad	Valor		
			200[m] antes M1	100[m] después M2	MEDIA
1	Coliformes totales	UFC/100 mL	5.00	5.00	5.00
2	Coliformes fecales	UFC/100 mL	0.00	0.00	0.00

El análisis microbiológico del agua del río Tambopata descrito en la tabla 04, para el tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio muestra los siguientes resultados:

- Coliformes totales (5 UFC/100 mL): Este valor es muy bajo y sugiere que hay una mínima presencia de bacterias coliformes en el agua. Los coliformes totales incluyen bacterias que pueden estar presentes de forma natural en el ambiente y no necesariamente indican contaminación fecal.
- Coliformes fecales (0 UFC/100 mL): La ausencia de coliformes fecales indica que no hay contaminación por materia fecal, lo que es una señal positiva para la calidad del agua. Esto sugiere que el agua no está expuesta a descargas de aguas residuales o fuentes de contaminación fecal de humanos o animales.

### 4.3. COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS ANTES Y DESPUÉS DE ATRAVESAR EL CENTRO POBLADO.

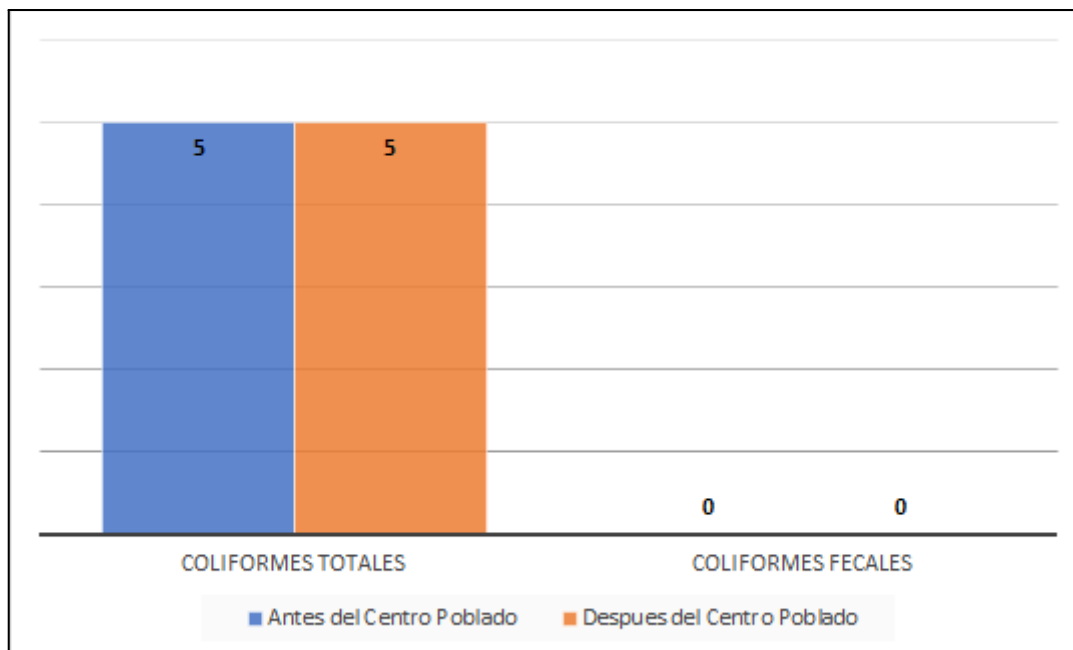


**Figura 04:** Comparación entre los valores de los parámetros físico químicos de las aguas antes y después de atravesar el Centro Poblado.

De acuerdo a los resultados de la figura 04, comparando los valores antes y después de que el río atraviesa el centro poblado de San Ignacio, podemos notar algunos cambios clave:

- **pH:** Aumentó ligeramente de 7.01 a 7.29. Puede indicar una mayor presencia de compuestos alcalinos o una ligera variación natural.
- **Conductividad eléctrica:** Disminuyó drásticamente de 3.5 uS/cm a 0.18 uS/cm. Esto es inusual y podría indicar una dilución o una alteración en los iones disueltos en el agua.
- **Dureza total:** Aumentó de 21.44 mg/L a 23.24 mg/L, lo que sugiere una ligera incorporación de minerales, posiblemente por actividad urbana o residuos domésticos.
- **Calcio:** Se incrementó de 2.4 mg/L a 3.45 mg/L, lo que contribuye al aumento de la dureza total.
- **Cloruros:** Subieron de 8.79 mg/L a 11.99 mg/L, lo que puede indicar la presencia de residuos domésticos o aguas residuales.
- **Sulfatos:** Disminuyeron de 43 mg/L a 32.04 mg/L, lo que puede deberse a procesos de sedimentación o consumo biológico.
- **Sólidos disueltos totales:** Aparecen en 0.1 mg/L, mientras que antes estaban en 0 mg/L. Aunque la cantidad es baja, esto podría indicar cierta contaminación o residuos.
- **Cloro residual libre y Turbidez:** Se mantienen constantes en 0.5 mg/L y 0.25 NTU, respectivamente.
- **Porcentaje de salinidad:** Aparece con un leve aumento de 0% a 0.1%, lo que indica una mínima incorporación de sales disueltas.

#### 4.4. COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS ANTES Y DESPUÉS DE ATRAVESAR EL CENTRO POBLADO.



**Figura 05:** Comparación entre los valores de los parámetros microbiológicos de las aguas antes y después de atravesar el Centro Poblado de San Ignacio.

De acuerdo a los resultados de la Figura 05, estos resultados indican que el agua no sufrió contaminación microbiológica en su paso por el centro poblado de San Ignacio, al menos en lo que respecta a coliformes totales y fecales. Esto sugiere una buena calidad del agua en términos de contaminación bacteriana y puede reflejar prácticas adecuadas de saneamiento en la zona.

**4.5. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL C. P. DE SAN IGNACIO EN EL DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO CON LA NORMATIVA NACIONAL ESTABLECIDA PARA AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS AL RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES ECA - CATEGORÍA 3.**

**4.5.1. CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA PARA LA MUESTRA AGUAS ARRIBA DEL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO.**

**Tabla 05:** Verificación del cumplimiento de parámetros con los ECA del agua del DS-004-2017-MINAM, para la muestra aguas arriba del centro poblado de San Ignacio.

N°	Parámetros	Unidad	Valor	CUMPLIMIENTO			
				D1: Riego de Vegetales	D2: Bebida de Animales		
<b>Fisicoquímicos</b>							
1	pH	Unidad	7.01	6.5 - 8.5	<input checked="" type="checkbox"/>	6.5 - 8.4	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Temperatura	°C	17.00	Δ3	<input checked="" type="checkbox"/>	Δ3	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Conductividad Eléctrica	uS/cm	3.50	2500	<input checked="" type="checkbox"/>	5000	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Dureza total	mg/L	21.44	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Calcio	mg/L	2.40	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Alcalinidad	mg/L	2.82	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Cloruros	mg/L	8.79	500	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Sulfatos	mg/L	43.00	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	1000	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Sólidos disueltos totales	mg/L	0.00	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Cloro residual libre	mg/L	0.50	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Porcentaje de salinidad	%	0.00	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>

12	Turbidez	NTU	0.25	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
----	----------	-----	------	----	-------------------------------------	----	-------------------------------------

---

**Microbiológicos**

1	Coliformes totales	UFC/100 mL	5.00	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	1000	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Coliformes fecales	UFC/100 mL	0.00	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>

De acuerdo a los resultado de la tabla 05, se puede apreciar que la totalidad de los parámetros analizados cumplen con el ECA categoría, por lo que la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Tambopata, en el tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco, provincia de Sandia, región Puno, durante el año 2024, cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Este cumplimiento indica que los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites establecidos por la normativa vigente, lo que sugiere condiciones adecuadas para el desarrollo de actividades agropecuarias que dependen del recurso hídrico.

#### 4.5.2. CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA PARA LA MUESTRA AGUAS ABAJO DEL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO.

**Tabla 06:** Verificación del cumplimiento de parámetros con los ECA del agua del DS-004-2017-MINAM, para la muestra aguas abajo del centro poblado de San Ignacio.

N°	Parámetros	Unidad	Valor	CUMPLIMIENTO			
				D1: Riego de Vegetales		D2: Bebida de Animales	
<b>Fisicoquímicos</b>							
1	pH	Unidad	7.29	6.5 - 8.5	<input checked="" type="checkbox"/>	6.5 - 8.4	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Temperatura	°C	17.00	Δ3	<input checked="" type="checkbox"/>	Δ3	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Conductividad Eléctrica	uS/cm	0.18	2500	<input checked="" type="checkbox"/>	5000	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Dureza total	mg/L	23.24	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Calcio	mg/L	3.45	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Alcalinidad	mg/L	2.82	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Cloruros	mg/L	11.99	500	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Sulfatos	mg/L	32.04	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	1000	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Sólidos disueltos totales	mg/L	0.10	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Cloro residual libre	mg/L	0.50	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Porcentaje de salinidad	%	0.10	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Turbidez	NTU	0.25	ND	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Microbiológicos</b>							
1	Coliformes totales	UFC/100 mL	5.00	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	1000	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Coliformes fecales	UFC/100 mL	0.00	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	ND	<input checked="" type="checkbox"/>

De acuerdo a los resultados de la tabla 06, el hecho de que el agua del río mantenga estos estándares es fundamental para la sostenibilidad de las actividades agrícolas y ganaderas en la región, ya que garantiza un suministro seguro para el riego de cultivos y la hidratación del ganado, evitando riesgos asociados a la contaminación hídrica. Asimismo, el cumplimiento de los ECA en esta categoría es un indicativo de que, al menos en este tramo, la calidad del agua no presenta niveles críticos de contaminación por agentes químicos o biológicos que puedan comprometer la salud de los ecosistemas o de las comunidades que dependen del río.

En conclusión, los resultados obtenidos reflejan un estado favorable de las aguas del río Tambopata en esta zona para su uso en riego y consumo animal, lo que resalta la importancia de continuar implementando estrategias de protección y manejo responsable del recurso hídrico en beneficio de la población local y del equilibrio ambiental.

#### **4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Al comparar estos resultados con estudios previos, se evidencian diferencias significativas. Por ejemplo, Rojas (2018) reportó que el río Ragra presentaba una calidad de agua deficiente debido a altas concentraciones de metales como cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc, los cuales superaban ampliamente los límites permitidos. En el caso del río Tambopata, no se han reportado valores críticos en estos parámetros, lo que sugiere una menor incidencia de contaminación minera o industrial en la zona estudiada.

De manera similar, el estudio de Minga (2019) en la quebrada San Antonio destacó una alta presencia de coliformes totales y fecales, lo que hacía que el agua no fuera apta para riego de vegetales. Esta situación no se ha observado en el río Tambopata, lo que indica una menor carga microbiológica contaminante en esta zona en comparación con San Antonio. De igual manera, Tocto (2019) encontró niveles elevados de coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* en el río Quiroz, lo que lo hacía inadecuado para el consumo humano, riego y recreación. En este sentido, el río Tambopata muestra mejores condiciones sanitarias.

El estudio de Quispe (2022) en la laguna confinada de Puno evidenció una grave contaminación derivada de vertidos de aguas residuales, con altos niveles de coliformes fecales y una reducción significativa del oxígeno disuelto, lo que resultaba en la proliferación de algas tóxicas. En comparación, el río Tambopata no presenta estas problemáticas de manera significativa, lo que sugiere un menor impacto de aguas residuales en su calidad. Sin embargo, estudios como los de Ibáñez (2018) y Cornejo (2019) han reportado parámetros físico-químicos y microbiológicos que indican una preocupante presencia de contaminantes en otros cuerpos de agua, como el hallazgo de coliformes totales superiores a los límites permitidos o niveles elevados de metales pesados.

En términos generales, los resultados obtenidos en el río Tambopata sugieren que, si bien cumple con los ECA en la Categoría 3, es fundamental continuar con un monitoreo periódico para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Además, la comparación con otros estudios muestra que la calidad del agua en la región puede variar considerablemente dependiendo de factores como descargas de aguas residuales, contaminación minera o la actividad antrópica en general. Esto refuerza la necesidad de estrategias de gestión ambiental adecuadas para prevenir futuras afectaciones en la calidad del agua y asegurar su disponibilidad para las actividades agropecuarias y el ecosistema en general.

#### **4.7. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS**

##### **4.7.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.**

De acuerdo a nuestra afirmación:

La calidad fisicoquímica y biológica del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio del distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, no se encuentra dentro de los parámetros de la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.

Planteamos la Hipótesis Nula:

$H_0$  = La calidad fisicoquímica y biológica del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio del distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, **se encuentra** dentro de los parámetros de la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.

La Hipótesis Alternativa:

$H_1$  = La calidad fisicoquímica y biológica del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio del distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, **no se encuentra** dentro de los parámetros de la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.

Que de acuerdo a los resultados tabla 07: Verificación del cumplimiento de parámetros con los ECA del agua del DS-004-2017-MINAM, para la muestra aguas arriba del centro poblado de San Ignacio y la **Tabla 08**: Verificación del cumplimiento de parámetros con los ECA del agua del DS-004-2017-MINAM, para la muestra aguas abajo del centro poblado de San Ignacio, donde se verifica en su totalidad el cumplimiento de los parámetros analizados por lo que debemos **rechazar la  $H_1$**  y se acepta la  $H_0$ , por lo que se concluye que **se encuentra** dentro de los parámetros de la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, 2024., cumple con los Estándares de Calidad Ambiental en la Categoría 3: Riego de Vegetales y bebida de animales, este cumplimiento sugiere que las condiciones del río en esta zona son adecuadas para actividades agropecuarias que dependen del recurso hídrico.

**SEGUNDA:** Los parámetros fisicoquímicos del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, son: pH 7.15 [Unidad], temperatura 17 [°C], conductividad eléctrica 1.84 [uS/cm], dureza total 22.34 [mg/L], Calcio 2.93 [mg/L], alcalinidad 2.82 [mg/L], Cloruros 10.39 [mg/L], Sulfatos 37.52 [mg/L], sólidos disueltos totales 0.05 [mg/L], Cloro residual libre 0.5 [mg/L], porcentaje de salinidad 0.05 [%] y turbidez 0.25 [NTU].

**TERCERA:** Los parámetros microbiológicos de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno, son: Coliformes totales 5 [UFC/100 mL] y coliformes fecales 0 [UFC/100 mL].

**CUARTA:** Los parámetros del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina Punco - Sandia - Puno comparados con la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3, se encuentran dentro de los estándares para la categoría D1: Riego de vegetales y para la D2: Bebida de Animales.

## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** A las autoridades locales y agricultores: Promover el uso sostenible del agua del río Tambopata para actividades agropecuarias, asegurando su conservación y calidad a largo plazo e implementar programas de monitoreo regular para evitar posibles fuentes de contaminación que puedan comprometer la calidad del agua.

**SEGUNDA:** A los organismos ambientales y de salud pública: Mantener un monitoreo periódico de los parámetros fisicoquímicos del agua para detectar cualquier posible alteración, sensibilizar a la población local sobre la importancia del mantenimiento de la calidad del agua y la gestión responsable de desechos en las cercanías del río.

**TERCERA:** A las entidades de saneamiento y la comunidad: Mantener y reforzar las medidas de protección del río para evitar contaminación microbiológica, asegurando su uso seguro para el riego y la bebida de animales e implementar campañas de educación ambiental dirigidas a la población sobre la importancia de evitar el vertido de residuos y aguas servidas en el río, además fomentar la reforestación en las riberas del río para mejorar la calidad del agua y prevenir la erosión del suelo.

**CUARTA:** A las entidades reguladoras y de gestión del agua: Mantener la vigilancia y cumplimiento de los estándares de calidad ambiental para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico e incentivar investigaciones sobre la evolución de la calidad del agua a largo plazo y su impacto en la producción agrícola y ganadera.

## BIBLIOGRAFÍA.

- ANA (2018). *Reglamento de la Ley General de Recursos Hídricos - Art. 111\**
- Atencio, S. H. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, provincia y región Pasco- 2018. [Tesis de pregrado, Universidad nacional Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/428>
- Calsín, K. V, (2016). *Calidad física, química y bacteriológica del agua subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno-2016,64*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10,18359/rfcb,1303>
- Cornejo, L. C. D. (2019). Evaluación De La Calidad Del Agua En La Presa Lagunillas -Santa Lucia,2018. Universidad Privada “San Carlos” - Puno.
- Clemares, M. E. (2017). Parámetros físico - químicos de las aguas del rio Vinalopo afectadas por el tránsito en lecho natural o artificial.
- Diario los Andes. (2015). Población de llave Consume agua de Río Contaminado. Diario los Andes, pág. 1. (En línea) Consultado el 5 octubre 2016. Disponible en <http://www.losandes.com.pe/Regional/20150706/89769.html>.
- Díaz, A. P. (2018). Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishña, distrito de Rumisapa, provincia de Lamas y región San Martín. [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de tesis Universidad Peruana Unión. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1532>
- DIGESA. (s.f.). Parámetros organolépticos . Gesta agua Grupo de Estudio Técnico Ambiental.
- Folabella, A., Escalante, A., Deza, A., Pérez, J., & Zamora, S. (2006). Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la laguna de los padres (Buenos Aires,Argentina). | Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua, Córdoba Argentina.
- Flores, C. M., Del Angel, E., Frías, D. M., & Gomez, A. L. (2018). Evaluación de

- parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México, 39-57.  
<https://doi.org/10,24850/j-tyca-2018-02-02>
- García de la fuente, C. (2013). Parámetros fisicoquímicos del agua. PV albeitar.
- Giraldo Gómez, G. J. (1995). Manual de análisis de agua. Colombia.
- Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las Valijas Viajeras - Transparencia. Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos-RED MAPSA,
- Gualdon, L. E. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos :, (1), 102.
- Hasan, M, K., Shahriar, A., & Jim, K. U, (2019). Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. Heliyon, 5(8), e02145.
- Hayes, (2013). Microbiología e higiene de los alimentos. ACRIBIA, Zaragoza España.
- Ibañez, C. W, (2018), Evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en las localidades de Payllas y Miraflores del Distrito de Umachiri - Melgar - Puno, 168 p.
- Marín, G. R. (2003). Físico, químico y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas. Edición Diaz de Santos S.A. Madrid, España. 310pp.
- Martel, B. A. (2014). CAPÍTULO 1 ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA.
- Mendoza, F. M. A. (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12256>
- Minga, P. C. A. (2019). Evaluación de la calidad y caudal de agua para riego en épocas de estiaje, en la quebrada San Antonio, distrito de San Miguel del FaiqueHuancabamba entre los meses de agosto a noviembre del 2018. [Tesis de grado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio Institucional Digital UCSS. <https://hdl.handle.net/20.500.14095/688>

- Oaxaca Grande, M., 8 Ramírez Burgos, L. I. (2008). Demanda química de oxígeno de muestras acuosas. México.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud), (2004). Guía para la calidad del agua potable. Primera edición. Volumen 2 115 pp.
- Paucar, L. A. (2014). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable para consumo humano en los distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca en el año 2014, (124 p.)
- Pari, J. (2017). Determinación de la calidad de agua del río llave, zona urbana del distrito de llave, Puno-2016. Puno, Perú:(Tesis Pregrado) UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS.
- Plan de Desarrollo Concertado PDC 2007-2021 de la Municipalidad Provincial de el Collao llave. Equipo Técnico Municipal del Collao. (2007). Obtenido de Plan de Desarrollo Concertado 2007-2021 de la Municipalidad Provincial de el Collao llave: (en línea) consultado el 04 agosto 2016. Disponible en [www.pdfactory.com](http://www.pdfactory.com).
- Poch, M. (1991). Las calidades del agua. Barcelona: Rubes.
- Raffo Lecca, E., 4 Ruiz Lizama, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. Perú- Lima: Industrial Data, vol. 17.
- Ramalho, R. S. (2003). Tratamiento de Aguas. España-Barcelona: Reverte, S.A.
- Rivera, E. L., 4 Flores, H. J. (2016). Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazan-Loreto, 2016, (94).
- Rojas, O. M. (2018). Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río ragra afluente del río san juan, para determinar la categoría de sus aguas — Simón Bolívar- Pasco - 2018.
- Sánchez Prada, L. D., & Villamil Cardozo, J. C. (2022). *Contaminantes del Río Bogotá y su efecto en la salud: Estado del arte 2010-2020* [Thesis]. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/4029>
- Severiche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M. E., 4 Acevedo Barrios, R. L. (2013). Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en

- aguas. Cartagena de Indias, Colombia: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.
- Tamani Aguirre, Y. H. (2014). Evaluación de la Calidad de Agua del Río Negro en la Provincia de Padre Abad, Aguaytía. Tingo María — Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Teves Aguirre, B. M. (2016). Estudio Físicoquímico de la Calidad del Agua del Río Caca, Región Lima. (Tesis para optar grado de Magister en Química). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Téllez Flores, A. T. (2016). Química Ambiental. Nicaragua: Vargas.
- Tocto, S. Y. (2019) Concentración de coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli Escherich, en el río Quiroz, caserío Puente Quiroz-Suyo-Ayabaca-abril-julio 2018. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio Institucional Digital UCSS. <https://hdl.handle.net/20.500.14095/666>
- Vargas, G. C. (1996). Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano. Textos Completos. CEPIS. 27p.
- Vasquez, S. O, (2017). Caracterización físicoquímica de la calidad del agua del manantial La SHITA destinada al consumo humano, Cajabamba - 2017, 113
- Yana Neira, E. A. (2014). Contaminación por Materia Orgánica en el Río Torococha de la Ciudad de Juliaca. (Tesis para obtener el título de licenciado en Biología). Universidad Nacional del Altiplano.

## ANEXOS

**Anexo 01:** Matriz de Consistencia.

**CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA, TRAMO QUE ATRAVIESA EL CENTRO POBLADO DE SAN IGNACIO DEL DISTRITO DE SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA - PUNO, 2024.**

PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES	INDICADORES	INSTUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS GENERAL	HIPÓTESIS ESPECÍFICA				
¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio del distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno, 2024?	Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno, 2024.		La calidad fisicoquímica y microbiológica del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio del distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno, no se encuentra dentro de los parámetros de la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.		VI. Calidad del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el C.P. San Ignacio.	Temperatura Conductividad Eléctrica. Sólidos totales disueltos. Turbiedad. pH Oxígeno disuelto. Coliformes Termotolerantes	Equipos de Laboratorio ECA para el Agua	Estadística Descriptiva. (utilización de medias y desviación)
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>							
¿Cuáles son los niveles de los parámetros fisicoquímicos del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno, 2024?	Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno, 2024.							
¿Cuáles son los niveles de los parámetros microbiológicos del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno, 2024?	Determinar los parámetros microbiológicos de las aguas del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno, 2024.							
¿Cómo es la comparación de los parámetros del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno con la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3?	Comparar los parámetros del agua del río Tambopata, tramo que atraviesa el centro poblado de San Ignacio en el distrito de San Pedro de Putina PUNCO - Sandia - Puno con la normativa nacional establecida para aguas superficiales destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.							

**Anexo 02: ECA del agua, Categoría 3.**
**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

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

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

(b): Después de filtración simple.

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

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

**Nota 4:**

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

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

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

**Anexo 03:** Análisis de Laboratorio para la Muestra 1.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N.º 003304

## Certificado de Análisis

**ASUNTO:** Análisis Físico Químico y Microbiológico de AGUAS: Muestra (1)

PROCEDENCIA : RÍO TAMBOPATA - SPPP - SANDIA  
 PROYECTO : CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA  
 TRAMO QUE ATRAVIEZA EL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO DEL  
 DISTRITO SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA  
 INTERESADO : TIBED YUJRA AÑAMURO  
 MOTIVO : INVESTIGACIÓN DE TESIS  
 MUESTREO : 01/12/2024, por el interesado  
 ANÁLISIS : 01/12/2024  
 COD. DE MUESTRA : B009 - 000703

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido  
 COLOR : Incoloro  
 OLOR : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH : 7.01  
 Temperatura : 17 °C  
 Conductividad Eléctrica : 3.5 µS/cm

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como CaCO<sub>3</sub> : 21.44 mg/L  
 Calcio como Ca<sup>++</sup> : 2.40 mg/L  
 Alcalinidad como CaCO<sub>3</sub> : 2.82 mg/L  
 Cloruros como Cl<sup>-</sup> : 8.79 mg/L  
 Sulfatos como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> : 43.00 mg/L  
 Sólidos Totales Disueltos : 0.00 mg/L  
 Cloro residual libre : 0.5 mg/L  
 Porcentaje de salinidad : 0.0 %  
 Turbidez : 0.25 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

Bacterias coliformes totales : 5 UFC/100ml  
 Coliformes fecales : 0 UFC/100ml

**INTERPRETACIÓN**

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizadas en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA Puno, C.U. 19 diciembre del 2024.

VºBº

  
**ING. LUZ MARINA TAVES PONCE**  
 ANÁLISIS DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
 FIQ - UNA - CIP - 102963



  
**Dr. Teófilo Domínguez Flores**  
 DECANO DE LA F.I.Q.  
 UNA - PUNO

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química - Cel.: 951755420

**Anexo 04:** Análisis de Laboratorio para la Muestra 2.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N.º 003305

## Certificado de Análisis

**ASUNTO:** Análisis Físico Químico y Microbiológico de AGUAS: Muestra (2)

PROCEDENCIA : RÍO TAMBOPATA - SPPP - SANDIA  
 PROYECTO : CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO TAMBOPATA  
 TRAMO QUE ATRAVIEZA EL CENTRO POBLADO SAN IGNACIO DEL  
 DISTRITO SAN PEDRO DE PUTINA PUNCO - SANDIA  
 INTERESADO : TIBED YUTRA AÑAMURO  
 MOTIVO : INVESTIGACIÓN DE TESIS  
 MUESTREO : 01/12/2024, por el interesado  
 ANÁLISIS : 01/12/2024  
 CODIGO DE MUE : B009 - 000703

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido  
 COLOR : Incoloro  
 OLOR : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH : 7.29  
 Temperatura : 17 °C  
 Conductividad Eléctrica : 0.18  $\mu\text{S}/\text{cm}$

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como  $\text{CaCO}_3$  : 23.24 mg/L  
 Calcio como  $\text{Ca}^{++}$  : 3.45 mg/L  
 Alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  : 2.82 mg/L  
 Cloruros como  $\text{Cl}^-$  : 11.99 mg/L  
 Sulfatos como  $\text{SO}_4^{2-}$  : 32.04 mg/L  
 Sólidos Totales Disueltos : 0.10 mg/L  
 Cloro residual libre : 0.50 mg/L  
 Porcentaje de salinidad : 0.10 %  
 Turbidez : 0.25 NTU

**CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO**

Bacterias coliformes totales : 5 UFC/100ml  
 Coliformes fecales : 0 UFC/100ml

**INTERPRETACIÓN**

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el Reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA Puno, C.U. 19 diciembre del 2024.

Vºgº

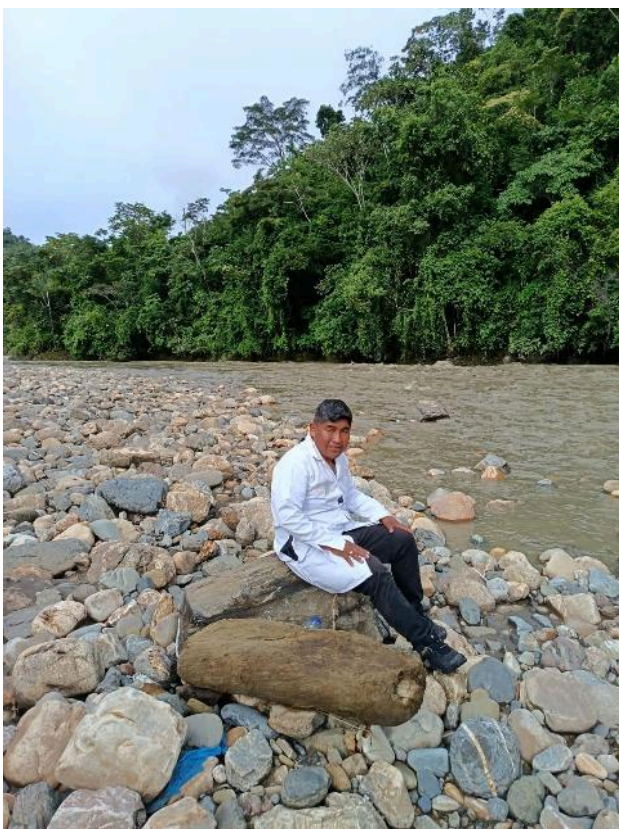
  
**ING. LUZ MARINA REYES PONCE**  
 ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
 FIG - UNA - CIP - 12293



  
**Dr. Teodoro Donatres Flores**  
 DECANO DE LA F.I.Q.  
 UNA - PUNO

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química – Cel.: 951755420

**Anexo 05:**Galería fotográfica.



**Figura 01.** Vista panorámica de la zona de estudio.



**Figura 02.** Preparando el envase para recoger la muestra para el análisis físico químico.



**Figura 03.** Recogiendo la muestra para el análisis físico químico.



**Figura 04.** Envasando la muestra para el análisis físico químico.



**Figura 05.** Preparando el envase para recoger la muestra para el análisis microbiológico.



**Figura 06.** Recogiendo la muestra para el análisis microbiológico.



**Figura 07.** Verificando la cantidad de la muestra para el análisis microbiológico.



**Figura 08.** Envasando la muestra para el análisis microbiológico.



**Figura 09.** Preparando el traslado de ambas muestras..