

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



## TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ILAVE TRAMO

COMUNIDAD JALLUYO COMPUYO DISTRITO DE PILCUYO - ILAVE, 2024

PRESENTADA POR:

ISAAC GILBER CCAMA ARPA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



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



# 12.24%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 17 SEP 2024, 12:11 PM

## Similarity report

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

● IDENTICAL  
3.81%

● CHANGED TEXT  
8.43%

## Report #22855743

ISAAC GILBER CCAMA ARPA // EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ILAVE TRAMO COMUNIDAD JALLUYO COMPUYO DISTRITO DE PILCUYO - ILAVE, 2024 RESUMEN El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la calidad del agua del río Ilave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo. **26** El método que se utilizó en la presente investigación es analítico, bajo el enfoque cuantitativo, el diseño que se ha aplicado es el no experimental, de tipo descriptivo; **4 9** para ello bajo la metodología explicada en la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, se ha determinado dos muestras al inicio y final del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo; siendo los resultados de los parámetros fisicoquímicos son: pH 7.98, Conductividad Eléctrica 478 [uS/cm], Sales totales 360 [mg/L], Dureza total 38.325 [mg/L], Oxígeno 0.25 [mg/L], Calcio 50.1 [mg/L], Magnesio 62.64 [mg/L], Potasio 56.69 [mg/L], Sodio 9.43 [mg/L], Cloruros 161.33 [mg/L], Sulfatos 44.185 [mg/L], Carbonatos 0.00 [mg/L], Bicarbonatos 133.61 [mg/L], Nitratos 15.5 [mg/L]; y a nivel de parámetros microbiológicos son: Coliformes totales 1100 [NMP/ 100 ml], Coliformes Termotolerantes 40 [NMP/ 100 ml]; concluyendo que la calidad del agua del río Ilave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - Ilave en el

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**  
**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ILAVE TRAMO**  
**COMUNIDAD JALLUYO COMPUYO DISTRITO DE PILCUYO - ILAVE, 2024**

**PRESENTADA POR:**

**ISAAC GILBER CCAMA ARPA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



Dra. 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, 19 de septiembre del 2024.

## DEDICATORIA

Dedico principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

También se la dedico a mi querida madre, desde el cielo eres esa luz que me daba fuerzas para continuar y cumplir con ese deseo que siempre quisiste verme un profesional.

A mi padre, que siempre estuvo apoyándome en las malas y buenas para formarme profesionalmente.

A mi pareja Miriam y mi hijo Eidan Abdiel, por todo su amor y motivación para nunca rendirme y seguir adelante.

A mis hermanos, por todo su apoyo incondicional, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.

A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita por su compromiso, paciencia y enseñanza incondicional para lograr la elaboración del presente trabajo de investigación

Agradecer a mis jurados:

- Presidente: Mag. Julio Wilfredo Cano Ojeda,
- Primer miembro: Dra. Marlene Cusi Montesinos,

Por todos sus aportes para mejorar mi trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	1
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

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL.	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	14
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.	14
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.	15
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.	17
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	19

### CAPÍTULO II

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

2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. EL AGUA.	20
2.1.2. CALIDAD DEL AGUA.	20
	3

2.1.3. Características Físicas del Agua	21
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.	27
2.2. MARCO CONCEPTUAL	27
2.3. MARCO NORMATIVO.	28
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.	29
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.	29

### **CAPÍTULO III**

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

3.1. ZONA DE ESTUDIO	30
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	31
3.2.1. Población.	31
3.2.2. Muestra.	31
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	33
3.3.1. Tipo de investigación.	33
3.3.2. Diseño de investigación.	33
3.3.3. Método.	33
3.3.4. Materiales.	34
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	35
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	36

### **CAPÍTULO IV**

#### **EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS	37
4.1.1. Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río ilave del tramo (600 m) que atraviesa la comunidad de JalluyoCcompuyo	

del distrito de Pilcuyo - ilave.	37
4.1.2. Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua con los eca para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales - categoría 3.	41
4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	43
4.3.1. Comprobación de la Hipótesis General.	43
4.3.2. Comprobación de la Hipótesis Específica 1.	43
4.3.3. Comprobación de la Hipótesis Específica 2.	44
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>45</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>46</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>51</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> Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	37
<b>Tabla 04:</b> Cumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo al ECA del agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Representación del rango del pH.	25
<b>Figura 02:</b> Ubicación del Distrito de Ilave en la Provincia de El Collao.	31
<b>Figura 03:</b> Ubicación de los puntos de muestreo.	32
<b>Figura 04:</b> Comparación de los parámetros fisicoquímicos entre las muestras PM1(inicio de tramo) y PM2 (fin de tramo).	39
<b>Figura 05:</b> Comparación de los parámetros microbiológicos entre las muestras PM1(inicio de tramo) y PM2 (fin de tramo).	40
<b>Figura 06:</b> Recogiendo las muestras de agua antes del inicio del tramo.	56
<b>Figura 07:</b> Envasando las muestras de agua.	56
<b>Figura 08:</b> Envasando las muestras de agua al final del tramo.	57
<b>Figura 09:</b> Envasando las muestras de agua al final del tramo.	57
<b>Figura 10:</b> Colocando en el cooler las muestras.	58
<b>Figura 11:</b> Eligiendo un lugar para recoger las muestras.	58
<b>Figura 12:</b> Georeferenciado el punto de muestreo.	59
<b>Figura 13:</b> Georeferenciado el punto de muestreo.	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Estándar de Calidad Ambiental para el Agua para la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.	52
<b>Anexo 02:</b> Resultados de análisis fisicoquímico de la muestra 01 (inicio de tramo).	53
<b>Anexo 03:</b> Resultados de análisis fisicoquímico de la muestra 02 (final de tramo).	54
<b>Anexo 04:</b> Resultados de análisis microbiológicos de las 02 muestras (inicio y final de tramo).	55
<b>Anexo 05:</b> Galería fotográfica.	56
<b>Anexo 06:</b> Matriz de consistencia	60

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la calidad del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo. El método que se utilizó en la presente investigación es analítico, bajo el enfoque cuantitativo, el diseño que se ha aplicado es el no experimental, de tipo descriptivo; para ello bajo la metodología explicada en la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, se ha determinado dos muestras al inicio y final del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo; siendo los resultados de los parámetros fisicoquímicos son: pH 7.98, Conductividad Eléctrica 478 [uS/cm], Sales totales 360 [mg/L], Dureza total 38.325 [mg/L], Oxígeno 0.25 [mg/L], Calcio 50.1 [mg/L], Magnesio 62.64 [mg/L], Potasio 56.69 [mg/L], Sodio 9.43 [mg/L], Cloruros 161.33 [mg/L], Sulfatos 44.185 [mg/L], Carbonatos 0.00 [mg/L], Bicarbonatos 133.61 [mg/L], Nitratos 15.5 [mg/L]; y a nivel de parámetros microbiológicos son: Coliformes totales 1100 [NMP/ 100 ml], Coliformes Termotolerantes 40 [NMP/ 100 ml]; concluyendo que la calidad del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave en el año 2024, no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales, sin embargo se debe precisar que solamente el Oxígeno Disuelto es el único parámetro que no se cumple.

**Palabras clave:** Calidad de agua, ECA del agua, Parámetros fisicoquímicos, Parámetros microbiológicos.

## ABSTRACT

The present research work aims to evaluate the quality of the water of the llave river of the section that crosses the community of Jalluyo Compuyo of the district. from Pilcuyo. The method used in this research is analytical, with a quantitative approach, the design that has been applied is non-experimental, descriptive; For this purpose, under the methodology explained in Chief Resolution No. 010-2016-ANA National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources, two samples have been determined at the beginning and end of the section that crosses the community of Jalluyo Compuyo; The results of the physicochemical parameters are: pH 7.98, Electrical Conductivity 478 [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ], Total sales 360 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Total hardness 38.325 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Oxygen 0.25 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Calcium 50.1 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Magnesium 62.64 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Potassium 56.69 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Sodium 9.43 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Chlorides 161.33 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Sulfates 44.185 [ $\text{mg}/\text{L}$  L], Carbonates 0.00 [ $\text{mg}/\text{L}$  L], Bicarbonates 133.61 [ $\text{mg}/\text{L}$ ], Nitrates 15.5 [ $\text{mg}/\text{L}$ ]; and at the level of microbiological parameters they are: Total coliforms 1100 [NMP/ 100 ml], Thermotolerant Coliforms 40 [NMP/ 100 ml]; concluding that the quality of the water of the llave River in the section that crosses the community of Jalluyo Compuyo in the district of Pilcuyo - llave in the year 2024, is not suitable for the irrigation of vegetables and animal drinks, however, it must be specified that only the Dissolved Oxygen is the only parameter that is not met.

**Keywords:** Water quality, ECA of water, Physicochemical parameters, Microbiological parameters.

## INTRODUCCIÓN

El agua proveniente río llave brinda a los pobladores un recurso hídrico esencial para potenciar y acelerar su desarrollo personal y colectivo, ya que este líquido sirve para consumo personal, para la agricultura y ganadería entre las principales actividades desarrolladas en la localidad de llave; para que los pobladores cumplan sus actividades eficientemente necesitan agua de calidad, que no sobrepase los parámetros físicos, químicos entre otros.

A pesar de su destacada relevancia como fuente hídrica y afluente al lago Titicaca, este escenario plantea una situación crítica, ya que la contaminación por residuos sólidos y aguas sedimentadas compromete la calidad del agua que se utiliza para consumo humano en llave. Además, la utilización del río en la elaboración de tunta, con la incorporación de sustancias químicas, sugiere posibles impactos ambientales y de salud pública.

El desarrollo del presente documento lo hemos dividido en los siguientes apartados:

Capítulo I: Exponemos el problema citando información relevante relacionada a la investigación, luego citamos antecedentes de tipo internacional, nacional y del ámbito local, para al final citar los objetivos del presente trabajo.

Capítulo II: Desarrollamos cada uno de los términos que fundamentan el trabajo desarrollado, para ello se exponen el marco teórico y el conceptual y la normatividad nacional vigente, para al final mencionar las hipótesis de éste trabajo.

Capítulo III: Abarcamos el tema de la forma en la que se desarrolló la investigación a través de la metodología de investigación, presentamos la zona de estudio, la población y la muestra, y la parte estadística de éste trabajo.

Capítulo IV. En éste capítulo se exponen los resultados que se obtuvieron así como de la misma manera se terminan analizando e interpretando cada uno de ellos.

Por último terminamos el presente documento manifestando nuestras apreciaciones de los resultados obtenidos en las conclusiones y recomendamos el punto de vista que nos ofrece el haber realizado éste trabajo.

## **CAPÍTULO I**

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

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

El agua es uno de los recursos más importantes en el mundo, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente en el planeta. Dado que el agua es un líquido indispensable para la vida; la gestión eficaz de los recursos requiere de un enfoque integrado entre el desarrollo económico, social y la protección de los ecosistemas naturales (Villena, 2018). Los recursos de agua dulce están cada vez más contaminados por descargas de aguas residuales municipales, industriales, mineras y contaminantes emergentes. La contaminación del agua por materia orgánica en la actualidad ha estado creciendo debido al incremento de las descargas de aguas residuales municipales, generando un aumento de contaminación de los recursos hídricos principalmente de los ríos, por ende, provocando la degradación de la calidad del agua (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2020).

Uno de los problemas de gran magnitud es la contaminación del agua, que perjudica no solo a nuestro país, sino a todo el mundo en general. La mayoría de los agentes dañinos que contaminan dicho líquido son provocados por el aumento progresivo de la población y junto a ello el aumento de aguas residuales y desechos (orgánicos e inorgánicos), por tanto, también el crecimiento de distintas localidades y fábricas que expulsan los desechos que generan en cuencas hidrográficas. Debido a estos sucesos la salud pública se ve claramente afectada, en especial de aquellas personas que consumen



directamente este líquido y lo emplean diariamente en su rutina. La calidad del agua se ve aún más afectada por el pésimo mantenimiento y poco interés del cuidado de las fuentes hídricas, también por no controlar los residuos sólidos producidos, el mal tratamiento de aguas residuales o vertimiento descontrolado de estas (ocasionado por fábricas). Todo ello afecta tanto territorio acuático brindando a la fauna y flora un hábitat pobre y riesgoso y al mismo tiempo disminuyendo la cantidad de actividades que se pueden realizar con el agua (Autoridad Nacional del Agua, 2018).

En el tramo que atraviesa el río llave las comunidades de Jalluyo Compuyo de acuerdo a las autoridades nunca se ha realizado un análisis de las aguas del río, se debe mencionar que el agua del río se usa para actividades agrícolas y ganaderas, por lo que el agua es ingerida directamente por los animales. El propósito del trabajo es revisar la calidad del agua que brinda el río llave, considerando las características químicas, biológicas y físicas. Así impulsar a los encargados en esta área enfocarse en los errores que se puedan presentar y utilicen como guía el proyecto para trabajar de manera eficaz.

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

¿Cuál es la calidad del agua del río llave del tramo comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024?

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

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave tramo comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave?
- ¿La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos cumplirán con los ECA destinados al riego de vegetales y bebida de animales - categoría 3?

### **1.2. ANTECEDENTES**

#### **1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.**

Flores et al. (2018), evaluaron tanto los indicadores físicos, como químicos y biológicos. De esta manera se dieron los siguientes resultados: el nivel de alcalinidad en el agua se hallaba entre 8.9-9.6 aprox. superando los límites impuestos (6,5-9,0) se llega a

considerar como alcalinos, en cuanto a su temperatura fue 28,8 °C aprox. siendo aprobado puesto a que cumplió con las normas mexicanas, con límite de 40 °C. El oxígeno disuelto también tenía cifras parecidas a las de la Agencia de Protección Ambiental y de la Guía Canadiense, el valor de la Demanda Química de Oxígeno clasifica a la muestra presentada como contaminada:  $40 < DQO < 200\text{m-}911$ . Las cifras dadas en corriente eléctrica y sólidos disueltos totales se hallaban conformes a los indicadores dados por Sernapam.

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

Atencio (2018), se encargó de evaluar la calidad del agua destinada para el consumo humano, tomando muestras en San Antonio de Rancas (Pasco-Perú). con dos puntos de muestreo para llevar a cabo un estudio detallado de la calidad del agua. El primer punto se ubicó en la entrada del agua al reservorio, mientras que el segundo punto se estableció en la pileta de domicilio. se utilizaron herramientas como tablas y gráficos que contribuyeron a una representación visual efectiva de los hallazgos, facilitando la identificación de patrones o tendencias en los datos analizados. El nivel de alcalinidad fue de 7,22 u en los resultados, su temperatura tuvo 6,8 grados centígrados, un total de 200 mg/L en sólidos disueltos totales, 900 UFC / 100 mL en coliformes totales y en las fecales fue de un UFC / 100 mL; en el punto número dos (pileta domiciliaria) el nivel de alcalinidad fue de 7,8 u, una temperatura de 8.9-9.1 grados centígrados, un total de 210 mg/L en sólidos disuelto totales, un 1 000 UFC/100 mL en coliformes totales y en fecales fue un UFC/100 mL; por último en los metales totales (MT), los estándares se cumplieron considerando las normas actuales. Se concluyó que el agua encontrada en esta localidad no se encuentra en un estado apto para el consumo humano, en caso de indicadores microbiológicos los límites se superan notablemente, de igual forma la percepción de los residentes de San Antonio mostraron conformidad sobre la cantidad de agua que se les brinda, pero la mayoría ignora sobre la baja calidad que esta ofrece.

Díaz (2018), evaluó la calidad tomando en cuenta parámetros biológicos, físicos y químicos del agua proveniente de la quebrada Chupishiña (Rumisapa-Lamas) ubicada en

San Martín (Perú) se consideraron dos épocas distintas (2018), en temporada de avenida (mes de abril) y temporada de estiaje (mes de junio), los resultados obtenidos revelaron que tanto los parámetros de campo como los físico-químicos cumplían con los ECA en ambas épocas evaluadas; los indicadores microbiológicos manifestaron las siguientes cifras: 40333 NMP/100 mL en coliformes termotolerantes, un 35333 NMP/100mL, en la segunda temporada (estiaje) los coliformes termotolerantes de nuevo también se manifestaron con una cifra de 8300 NMP/100mL, también la bacteria de Escherichia Coli (4 133 NMP/100mL) y Huevos de Helmintos (un huevo/L). La indagación culminó con los valores físico-químicos que demuestran que cumplen con los ECA, pero caso contrario fueron las cifras dadas en los indicadores microbiológicos que exceden a los límites impuestos por los estándares de calidad. Esto demuestra que el agua de la quebrada Chupishiña no es apta para el consumo de los pobladores, pues significa un riesgo para su salud.

Mendoza (2018), en su proyecto de indagación evaluó la calidad del agua de Sacsamarca, un centro poblado ubicado en Ayacucho (Perú), las muestras se realizaron durante el año 2017 en un periodo entre junio y septiembre, los límites presentados en la muestras se encuentran por debajo de los establecidos por las normas impuestas en nuestro país, Perú; todos a excepción del arsénico(0,13 ppm) y del fosfato(1,51 ppm) que sobrepasaron los límites que propusieron los Estándares de Calidad del Ambiental. Para añadir las propiedades sociales y ambientales se utilizó un marco DPSIR. Gracias a esto las cifras fisicoquímicas pudieron ser halladas por en el sistema ubicado en Sacsamarca. Se pudo concluir que existe una mala gestión entre las autoridades responsables en cuanto a todo lo relacionado con el mantenimiento de las fuentes hídricas del centro poblado en Sacsamarca, pues se encontró altos niveles en químicos y fosfatos.

Rojas (2018) obtuvo los siguientes resultados: entre 6,5 a 8,5 en cuanto al grado de alcalinidad, 549 ps/cm a 3616 lis/cm aprox. en CE, entre 3,6 mg/l a 3,6 mg/1 de oxígeno disuelto, aproximadamente 306 mg/lit - 3335 mg/10 en TDS (Total Dissolved Solids),

0,0151 mg/lit - 2,1306 mg/lit en Cu, entre 0,814mg/lit a 58,319mg/10 en Fe, entre 0,4208 mg/lit a 20 mg/10 en Mg, 0,0119 g/lit — 2,3502 mg/10 y entre 0,161 mg/lit a 11,914 mg/lit aprox. en Zn, al final de la investigación se observó que tanto los medidores físicos como los químicos pertenecientes al río Ragra sobrepasan sus valores y no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (S, categoría 3): especialmente en los TDS, metales totales (Cu, Fe, Mg y Zn).

Tocto (2019), en proyecto de investigación pudo evaluar la cantidad de la concentración de Coliformes Termotolerantes y E. Coli, en el caserío Puente Quiroz en Suyo (Ayabaca, Piura-Perú), durante 4 períodos entre los meses mayo-julio año 2018, se recolectaron 16 unidades de muestras. Los indicadores que evaluaron fueron: nivel de alcalinidad, T, coliformes totales y termotolerantes, los resultados obtenidos en el estudio revelaron una amplia variabilidad en las concentraciones de coliformes en las muestras analizadas. Los niveles más destacados fueron de 5,400NMP/100 mL para coliformes totales, 1,600NMP/100mL en cuanto a los coliformes termotolerantes y también 1,600NMP/100mL para E. Coli. Estas cifras indican concentraciones significativamente elevadas de microorganismos indicadores de contaminación fecal en el río Quiroz. La conclusión principal de la investigación fue que las concentraciones de ya mencionados contaminantes en el río Quiroz superaron los estándares de calidad ambiental establecidos para el agua en las categorías 1 y 3. Este hallazgo resalta la presencia de contaminantes biológicos que podrían representar riesgos para la salud humana y la salud ambiental.

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

En el trabajo de investigación de Ibáñez (2018), se evaluaron varios parámetros relacionados con la calidad del agua. Se observó que los valores de los parámetros químicos, como la temperatura, pH, conductividad eléctrica, turbiedad, dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, calcio, magnesio, sólidos disueltos totales y sólidos totales, se encontraban dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP). Sin embargo,

los parámetros bacteriológicos, en particular los coliformes totales, superaron los límites permitidos, señalando una alta contaminación biológica en las aguas estudiadas.

El análisis llevado a cabo por Cornejo (2019) examinó diversos indicadores de calidad del agua. Se identificaron valores que excedían las normativas establecidas en la norma D.S. N° 004-2017-M1NAM. Específicamente, el pH, cadmio y selenio superaron los límites permitidos. Además, al evaluar los parámetros físicos como la temperatura, turbidez y conductividad, se observó que la conductividad excede la normativa establecida. Estos resultados indican posibles problemas en la calidad del agua, especialmente en términos de contaminantes químicos y parámetros físicos que superan los estándares aceptables.

Calizaya (2022), en su investigación "Evaluación de la calidad del agua del río Zapatilla para uso de riego de vegetales en el distrito de Pilcuyo, región Puno" realizada en el distrito de Pilcuyo en un tramo de 6 kilómetros aproximadamente, para la investigación se tomó la época de estiaje y avenida en los meses de abril y mayo, la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación es el análisis descriptivo de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos encontrados en las muestras de las aguas del río, se establecieron cuatro puntos de muestreo, RZ-1, RZ-2, RZ-3, RZ-4., obteniendo resultados de promedios dentro de las ECA para agua como: temperatura: 19.2 °C, 10.05 °C; pH: 7.71; conductividad: 669.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 770  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; oxígeno disuelto: 4.1 mg/l, 4.1 mg/l; bicarbonatos: 15.6 mg/l, 7.75 mg/l; cloruros: 82.2 mg/l, 213.9 mg/l; sulfatos: 86.3 mg/l, 198 mg/l; nitratos: 27.9 mg/l, 0 mg/l y coliformes termotolerantes: 185 NMP/100 ml y valores encima al ECA para agua como: pH: 8.7 y coliformes termotolerantes: 1425 NMP/100 ml, siendo no apta para el riego de vegetales en la categoría 3 subcategoría D1. Se determina que la calidad del agua del río Zapatilla en el distrito de Pilcuyo no es apta para riego de vegetales.

Coila (2022), desarrolló su investigación en el distrito de Caracoto, con el objetivo principal fue evaluar el nivel de calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata, para ello realizó análisis de muestras en el laboratorio por ICP-MS, se hizo una comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMPs) y DS N° 004-2017

MINAM. Los resultados de los parámetros físico químicos, pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, el que supera los LMP es los sólidos suspendidos totales. demanda bioquímica de oxígeno (M2), 98 mg/l, Coliformes (M2), 49000 NMP/100ml, Conductividad (M1), (M2), (M3), 2140 uS/cm, demanda química de oxígeno (M2), 216 mg/l, sólidos suspendidos totales (M2), 29 mg/l, Aceites (M2), 10.3 mg/l, superan los Límites Máximos Permisibles, por lo que el agua no es apta para el consumo humano. Según los análisis químico-realizados por metales pesados son: Arsénico (As) M3, 0.02782 mg/l, Cadmio (Cd) M1, 0.00005 mg/l, Cobre (Cu) M2, 0.002 mg/l, Mercurio (Hg) M2 0.0005mg/l, Plomo (Pb) M3, 0.0009mg/l, Cromo (Cr) M2, 0.00054 mg/l, Zinc (Zn) M2, 0.016 mg/l, están dentro de los Límites Máximos Permisibles.

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

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

Evaluar la calidad del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024.

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

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo (600 m) que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave.
- Comparar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua con los ECA para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales - categoría 3.



## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. EL AGUA.

El agua, con su dinámica conocida como el "ciclo del agua", experimenta una transición constante al pasar de su estado líquido a vapor atmosférico y luego regresar a la superficie en forma de precipitación. Los seres vivos, especialmente los humanos, han influido significativamente en este ciclo, introduciendo cambios al agregar y sustraer cantidades cada vez más sustanciales de líquido en distintos puntos del sistema. Desde pequeñas alteraciones vinculadas a actividades biológicas y necesidades humanas hasta intervenciones más profundas relacionadas con requisitos agrícolas, industriales y energéticos, nuestras acciones han dejado su marca en la circulación, características y propiedades del agua. Este constante proceso de modificación ha generado una reevaluación de conceptos fundamentales y destaca la necesidad de un manejo cuidadoso para preservar la integridad y sostenibilidad de este vital recurso hídrico (Poch, 1991).

##### 2.1.2. CALIDAD DEL AGUA.

Aunque el agua superficial en el Perú se encuentra en cantidades relativamente abundantes, la calidad de la misma se vuelve crítica en varias regiones del país, tanto en zonas urbanas como rurales. Este deterioro en la calidad del agua representa uno de los problemas más urgentes y graves que enfrenta la nación, puesto que obstaculiza el uso eficiente del recurso hacia las personas. Este inconveniente está afectando negativamente no solo a las comunidades locales, sino también a la salud humana y

animal, la producción agrícola y el cuidado del medio ambiente, pues la calidad del agua se ve comprometida al igual que la cantidad. En consecuencia, corregir esta situación es muy importante en la actualidad para que la sociedad pueda gozar de un desarrollo sostenible libre de inconvenientes.

Existen muchas causas que deterioran la buena calidad del agua, pero entre las principales se encuentran: falta de tratamiento, contaminación proveniente de fábrica, uso excesivo de agroquímicos, desgaste de las cuencas hidrográficas; de igual forma acciones provocadas por el hombre como la minería informal que contamina el agua con muchos químicos dañinos. Se debe considerar que existen rangos en cuanto a determinar si la calidad del agua es la correcta, claramente el límite y normas más estrictas se dirigen para el agua destinada al consumo humano (Autoridad Nacional del Agua, 2013). Es así que se considera que la calidad del agua es relativo, pues para determinarla apta se debe considerar el uso que se le dará, con esto se interpreta que la calidad del agua para los peces no es precisamente correcta para los seres humanos y la calidad del agua correcta para las personas no es correcta para el uso en las industrias. En pocas palabras el uso que se le va a dar determina la calidad que el agua debe tener. Siguiendo esta teoría se considera que el agua está contaminada cuando sobrepasa los límites impuestos o sufre cambios para el uso que se le dará (Martel, 2014).

### **2.1.3. Características Físicas del Agua**

#### **2.1.3.1. Temperatura.**

Es crucial considerar que la temperatura ejerce un impacto significativo en la capacidad del agua para retener oxígeno. La temperatura también influye en la solubilidad de los gases presentes en el agua, y provoca que un aumento en la temperatura sea menor la solubilidad, especialmente en el caso del OD. Este fenómeno tiene dos efectos notables: en primer lugar, se reduce la disponibilidad de oxígeno en el agua; en segundo lugar, la velocidad de consumo de oxígeno se incrementa. Ambos aspectos son críticos para la salud del ecosistema acuático y destacan la importancia de monitorear y mantener los niveles adecuados de temperatura para preservar la calidad del agua y la vida



acuática.(Poch, 1991). Un indicador muy importante para determinar la calidad del agua es la temperatura, ya que comparte una relación con el desarrollo de la vida marina (flora y fauna) y/o la velocidad de reacción de reacciones químicas o mezclas, así como la aptitud del agua para trabajos específicos. Este parámetro a parte de influir sobre el medio ambiente y este recurso hídrico, también influye sobre otros parámetros como el índice de alcalinidad, la CE, déficit de oxígeno, entre otras. Específicamente sobre la vida marina un cambio notable en la temperatura afecta al correcto desarrollo e incluso puede causar la muerte en diferentes seres acuáticos, pues altera su hábitat exageradamente. Por ello, al enfrentar temperatura altas es probable que se genere un aumento en el índice de mortalidad de la vida correspondiente a los ecosistemas acuáticos, por eso la temperatura correcta para la eficaz realización de actividades se detiene cuando llega a los 50 grados centígrados a temperaturas de alrededor de 15 grados centígrados, las bacterias productoras de  $CH_4$  interrumpen su labor (DIGESA).

#### **2.1.3.2. Sólidos disueltos totales.**

Para evaluar la condiciones en el que se encuentra el agua destinada al consumo humano u otras actividades, se requiere de la ayuda de un indicador muy importante que mide la cantidad de Sólidos Disueltos Totales. Conocido también como TDS es la cantidad total de sales disueltas, la unidad de medida que representa a este parámetro es mg/l, g/m<sup>3</sup> o ppm (mg/l). Una de las características del agua es que gracias a la cantidad de sales que se albergan en ella pueden conducir la electricidad, por eso se utiliza esta ventaja y detectar la cantidad de salinidad de manera efectiva y rápida. Las más comunes que se encuentran dentro de dicho líquido son Ca, Mg y Na. En cuerpos de agua no salinos, el 90 % de la concentración de sales se atribuye a la presencia de calcio y magnesio. Estos elementos, además de ser los principales responsables de dicha salinidad, resultan problemáticos en el empleo eficaz del agua. La determinación de la cantidad de TDS en una muestra de recurso hídrico es crucial para conocer los niveles de materia disuelta y suspendida presentes en el agua.

No obstante, el resultado de esta medición se ve influenciado por 2 factores clave: la temperatura y la persistencia de la desecación. La evaluación se basa en una medida cuantitativa del aumento de peso experimentado por una cápsula que pasa por proceso para ser previamente calibrada. Es importante que la muestra de la evaporación y el secado pueda alcanzar un peso constante a temperaturas de 103-105 °C (Severiche et al., 2013).

### **2.1.3.3. Conductividad eléctrica.**

La corriente eléctrica puede conducirse en el agua libremente, a esto se le llama la propiedad de la conductividad eléctrica, todo depende de la cantidad de TDS que alberga el agua (específicamente las sales). Depende del tipo de agua para determinar su capacidad de conductividad; por ejemplo, el agua destilada tiene poca conductividad a diferencia del agua de mar que posee una conductividad alta por su nivel de TDS. La lluvia se encarga de disolver todo lo el polvo y los gases que están flotando en el aire, por eso en comparación con la destilada el agua de la lluvia tiene mayor conductividad. La medición de la conductividad se realiza comúnmente con un dispositivo llamado conductímetro. El procedimiento estándar implica la medición de la conductividad en una columna de agua de 1 cm<sup>3</sup> a una temperatura de 25 °C. Los resultados se expresan en milisieverts por centímetro (mS/cm) o en microsiemens por centímetro (μS/cm), proporcionando una indicación cuantitativa de la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica debido a la presencia de sales disueltas. La información recopilada a través de la medición de la conductividad contribuye significativamente a la gestión sostenible de los recursos hídricos y garantiza su uso eficiente en diversas aplicaciones (Téllez, 2016).

Existen situaciones especiales en que la cifra de la conductividad es DP a la concentración de los TDS. , una de ellas son las soluciones acuosas (Carda de la fuente, 2013):

- Agua pura: 0,055 ps/cm

Este valor refleja una muy baja conductividad, indicando una ausencia casi total de sales o minerales disueltos.

- Agua de uso doméstico: 500-800 ps/cm

Esta gama de valores sugiere la presencia de minerales y sales en niveles moderados, típicos para el agua destinada al consumo humano.

- Agua destilada: 0,5 pS/cm.

La conductividad extremadamente baja indica una pureza excepcional, ya que el proceso de destilación elimina la mayoría de las impurezas y sales.

- Agua de montaña: 1,0 pS/cm.

Es relativamente baja, pero la conductividad algo mayor en comparación con el agua destilada puede deberse a la interacción del agua con minerales presentes en el entorno montañoso.

- Agua de mar 50.000-60.000 pS/cm.

Esta amplia gama refleja la alta concentración de sales en el agua marina, lo que la hace significativamente más conductiva.

#### **2.1.3.4. Turbidez**

La turbidez en los cuerpos de agua surge debido a la presencia de partículas en suspensión, como orgánica e inorgánica. Estas partículas pueden tener un diámetro que varía entre 0,1 - 1.000 nanómetros (nm) aprox. Además, se utiliza para identificar la presencia de organismos que podrían causar enfermedades. Las partículas en suspensión en el agua tienen la capacidad de absorber la luz, lo que resulta en la apariencia turbia o nublada del agua. Evaluar la turbidez no solo es esencial para determinar la idoneidad del agua para diferentes usos, sino también para comprender la eficiencia de los sistemas de tratamiento y monitorear la salud de los ecosistemas acuáticos (DIGESA).

La Organización Mundial de la Salud indica que el nivel de turbidez de agua no debe sobrepasar de 2 Nephelometric Turbidity Unit (NTU) si está destinada para el consumo humano, y en caso de considerarse ideal su valor debería ser igual o aproximado a 1

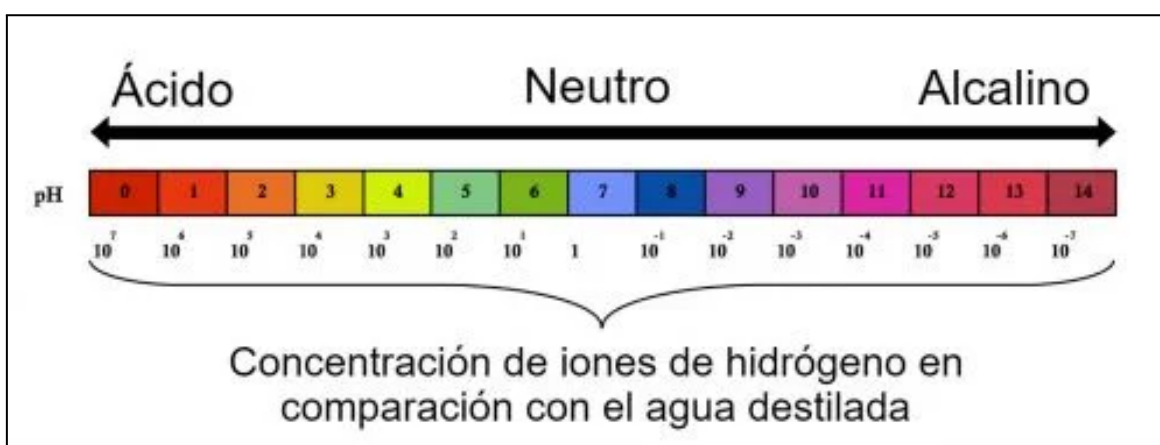
NTU. En el caso de los EE.UU sus estándares en cuanto a la turbidez no puede exceder un Nephelometric Turbidity Unit.

## 2.1.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.

### 2.1.4.1. Potencial de hidrógeno (pH)

El pH del agua ejerce una influencia significativa en diversos fenómenos que ocurren en su entorno. Aunque no tiene efectos directos sobre la salud, desempeña un papel crucial en procesos como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Además, el pH puede impactar indirectamente en los procedimientos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección.

Se considera apropiado que el pH de las aguas, tanto crudas como tratadas, se encuentre en el rango de 5,0 a 9,0. Este intervalo general permite controlar los efectos del pH en el comportamiento de otros componentes del agua y asegurar la eficacia de los procesos de tratamiento. Las guías canadienses, por ejemplo, han establecido un rango de pH de 6,5 a 8,5 para el agua potable, contribuyendo así a mantener la calidad y seguridad del 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/>

### 2.1.4.2. Oxígeno disuelto.

La medición del oxígeno disuelto en el agua es uno de los indicadores de calidad más utilizados, especialmente en entornos fluviales. La solubilidad del oxígeno en el agua está

directamente relacionada con la temperatura, ya que a temperaturas más elevadas, se disuelve menos oxígeno. Este factor es crucial porque proporciona una evaluación integral del estado de los biomas acuáticos, afectando todos los procesos biológicos que tienen lugar en este ambiente. Un flujo rápido de agua, como el que se encuentra en arroyos de montaña o ríos grandes, tiende a contener niveles más altos de oxígeno disuelto. Por otro lado, el agua estancada, al carecer de una renovación constante, tiende a tener bajos niveles de oxígeno disuelto. El monitoreo del oxígeno disuelto es fundamental para evaluar la salud de los cuerpos de agua y garantizar condiciones óptimas para la vida acuática. Esta medida no solo proporciona información sobre la disponibilidad de oxígeno, sino que también indica la calidad general del hábitat acuático. Téllez (2016) afirma en su investigación que la oxigenación de los cuerpos de agua se produce principalmente debido a la solubilización del oxígeno atmosférico, y en menor medida, a su generación durante la fotosíntesis, principalmente por las algas. Por lo tanto, el oxígeno producido durante el día se consume parcialmente durante la noche, cuando las algas utilizan oxígeno para su metabolismo. Después de la muerte de las algas, la degradación de su biomasa también conlleva al consumo de oxígeno. Es importante destacar que la solubilidad de un gas en agua disminuye con el aumento de la temperatura. A 35°C, la solubilidad del oxígeno en H<sub>2</sub>O disminuye a 7,03 mg/l, mientras que a 0°C aumenta a 14,74 mg/l. Estos datos subrayan la importancia de la temperatura en la capacidad del agua para retener oxígeno y, por ende, en la salud de los ecosistemas acuáticos. El equilibrio dinámico entre la producción y el consumo de oxígeno en el agua es esencial para mantener condiciones adecuadas para la vida acuática. Estos residuos, al verterse en los cuerpos de agua, son descompuestos por bacterias aeróbicas en procesos que consumen oxígeno. Cuando hay una abundancia de tales desechos, la descomposición bacteriana puede agotar significativamente el oxígeno disuelto en el agua. Este fenómeno se conoce como demanda bioquímica de oxígeno (DBO). La proliferación de bacterias y la disminución del oxígeno pueden afectar negativamente la existencia de peces y otros organismos acuáticos. La gestión adecuada

de los desechos y la protección de los cuerpos de agua son esenciales para prevenir la degradación de la calidad del agua y mantener un entorno acuático saludable. Estrategias como el tratamiento de aguas residuales y la práctica de la agricultura sostenible son fundamentales para mitigar el impacto negativo de los residuos orgánicos en los ecosistemas acuáticos (DIGESA).

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

#### **2.1.5.1. Coliformes Termotolerantes.**

Los Coliformes termotolerantes, también conocidos por su capacidad para soportar temperaturas de hasta 45 grados centígrados, constituyen un grupo selecto de microorganismos que desempeñan un papel crucial como indicadores para determinar la calidad del agua, siendo indicativos de la presencia de contaminación fecal. Este grupo, aunque reducido, es de gran importancia en la evaluación sanitaria de fuentes hídricas. Principalmente, los Coliformes termotolerantes están mayoritariamente representados por el microorganismo *Escherichia coli* (*E. coli*). El hecho de que estos microorganismos sean termotolerantes es crucial, ya que su capacidad para resistir altas temperaturas sugiere una mayor robustez y persistencia en el ambiente acuático (Hayes,2013).

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

Son parámetros, límites o índices establecidos para evaluar y mantener tanto la salud como la seguridad del agua en diferentes contextos. Estos estándares proporcionan directrices para medir la pureza y la idoneidad del agua con respecto a su uso previsto. Los estándares pueden variar según el contexto del país y la entidad reguladora o leyes, pero generalmente incluyen categorías como físicas, químicas y biológicas (Minam, 2017)

### **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

- **El Agua.** El agua es un líquido vital y transparente que cubre una gran parte de la superficie de la Tierra. Es esencial para la vida tal como la conocemos, ya que es fundamental para el funcionamiento de los organismos y los ecosistemas (Poch, 1991).



- **Calidad de Agua.** El concepto de calidad del agua es relativo, pero adquiere una importancia común para todos cuando se vincula con el uso previsto del recurso. Para determinar si un agua es apta para un propósito específico, su calidad debe ser evaluada en función del uso previsto. En este contexto, se establece que un agua está contaminada cuando experimenta cambios que afectan su uso actual o potencial. Es decir, cualquier alteración que comprometa la idoneidad del agua para el propósito previsto se considera una contaminación, destacando la necesidad de evaluar la calidad del agua de acuerdo con sus aplicaciones específicas (Martel, 2014).
- **Características del Agua:** En el ámbito físico, se consideran parámetros como la temperatura, los sólidos disueltos totales, la conductividad eléctrica y la turbidez para evaluar las propiedades físicas del agua. Estos elementos proporcionan información crucial sobre la composición y características del recurso hídrico. En el aspecto químico, se examina el pH y el nivel de oxígeno disuelto en el agua. Estos indicadores químicos son fundamentales para comprender la acidez, alcalinidad y la capacidad del agua para sustentar la vida acuática. Desde una perspectiva biológica, se monitorean los coliformes termotolerantes, organismos que ofrecen información sobre la calidad bacteriológica del agua y la posible presencia de contaminantes de origen fecal (Severiche et al., 2013).
- **Estándar de Calidad Ambiental para el Agua.** Conocido también por las siglas ECA, el estándar de calidad ambiental se encarga de imponer los límites permitidos que pueden llegar a alcanzar los contaminantes en todo el ambiente del planeta tierra. El Decreto Supremo 004 - 2017 - Ministerio del ambiente se encarga de inspeccionar la emanación de contaminantes en el agua.

### 2.3. MARCO NORMATIVO.

- D.S. número 004 - 2017 Ministerio del Ambiente, los ECA establecen disposiciones complementarias.
- Ley general del ambiente, identificada por el número 28611.

- Decreto con fuerza de ley número 1501.
- Ley de gestión integral de residuos sólidos, que es identificado por el legislativo número 1278.
- Ley general de la salud número 26842.
- D.S. número 001 - 2010 - A G . Específicamente el reglamento referido a la ley número 29338 de recursos hídricos.

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

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.**

La calidad del agua del río llave tramo Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024, no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales.

### **2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.**

- Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, es alta.
- La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superan los ECA para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.



## CAPÍTULO III

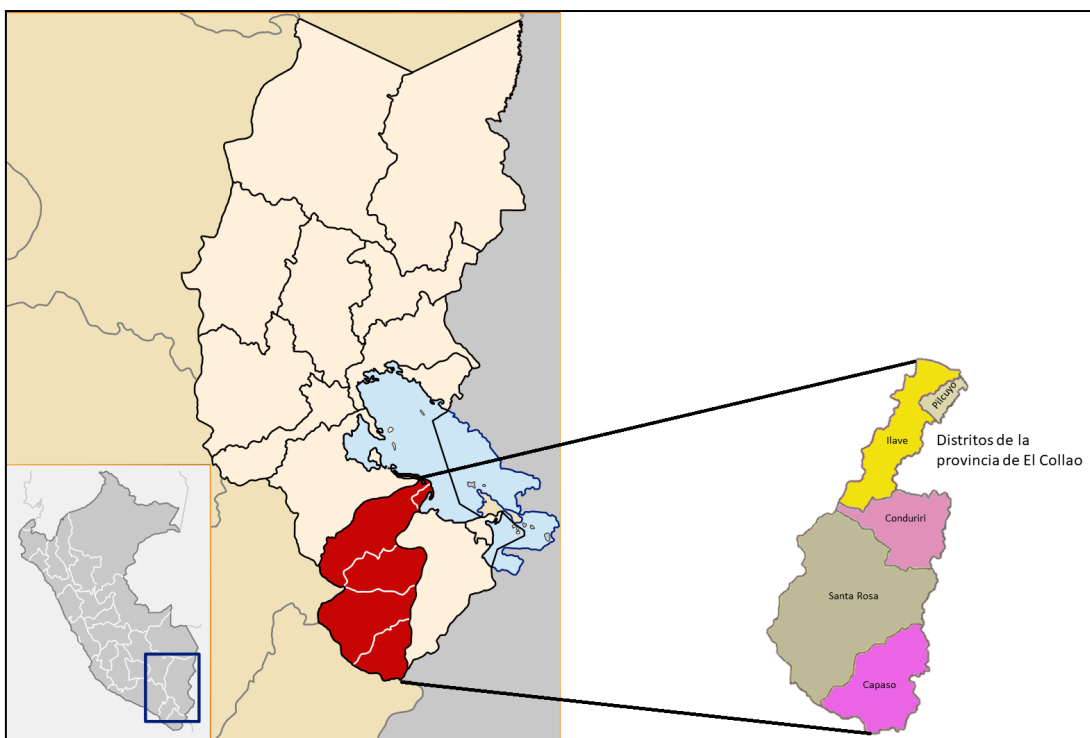
### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio ha sido un tramo del río llave, que forma parte del distrito de llave, debido a que es atravesada de oeste a este por el río, el distrito está ubicado al sur, a una distancia de 54 km de la ciudad de Puno, y es la capital de la provincia del Collao, en el departamento de Puno, Perú, se encuentra por encima de los 3850 msnm. en el altiplano de los andes centrales.

Por su situación geográfica, el clima durante todo el año es propio del altiplano, frígido, seco y templado, teniendo ligeras variaciones de acuerdo a cada estación.

Su temperatura promedio fluctúa entre los 8 °C y 15 °C. forma parte de la cuenca llave que cuenta con una superficie total de 7,832.53 km. El curso principal de la cuenca del río llave, nace desde el río Coypa Coypa - Chichillapi - río Llusta Baja - río Huenque - río llave - hasta la desembocadura al lago Titicaca. La longitud del cauce principal fue de 211.00 km y cuenta con una pendiente media de 0.40%. Además en la cuenca afloran rocas de diferente composición, cuyas edades van desde el precámbrico al cuaternario reciente, estando compuestas mayormente por rocas sedimentarias y metamórficas cubiertas por depósitos de rocas volcánicas y depósitos en consolidados modernos.



**Figura 02:** Ubicación del Distrito de Ilave en la Provincia de El Collao.

**Fuente:** Adaptado de las imágenes de [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Ilave](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Ilave).

### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

#### 3.2.1. Población.

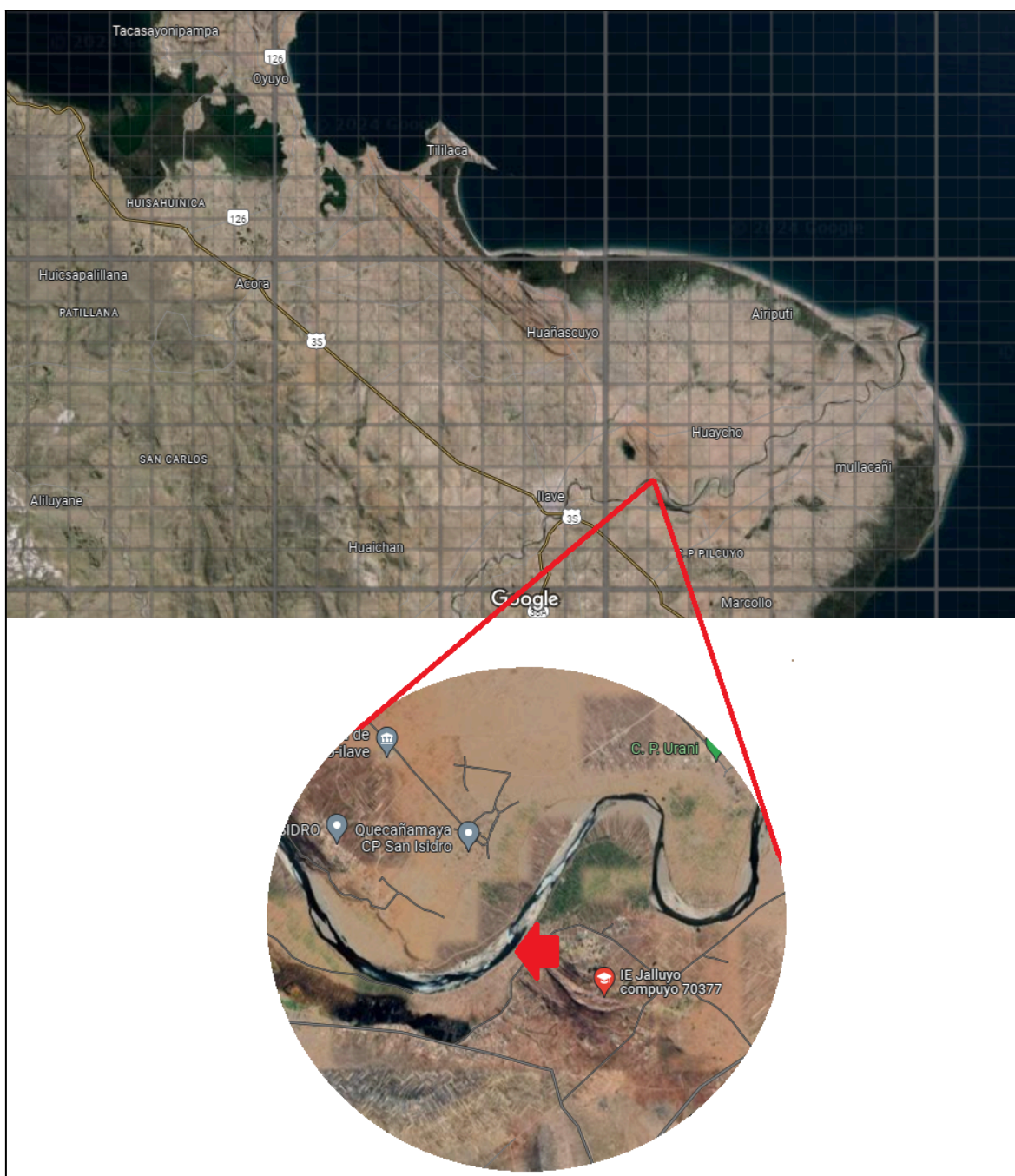
La población para el presente trabajo de investigación ha sido los 600 metros del río Ilave, que corresponden al tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo - Compuyo.

#### 3.2.2. Muestra.

La muestra que fué utilizada ha sido la instantánea y puntual. Instantáneo por que la muestra representara los parámetros de los recursos hídricos en el momento en que se recolecta y puntual porque se tomarán 2 muestras en 2 puntos, el primero a inicio del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo y la segunda al final del tramo, tal como se especifica en la tabla 01.

- **Localización de la muestras:**

Las muestras estuvieron ubicadas a orillas del río Ilave (Ver figura 03), lugar que es accedido por los animales o ganado de la zona para beber el agua directamente.



**Figura 03:** Ubicación de los puntos de muestreo.

**Fuente:** Adaptado de las imágenes de google maps.

**Tabla 01.** Puntos de muestreo.

<b>Denominación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Coordenadas UTM</b>
M1	Inicio del tramo	Zona 19 S 439536.50 ESTE 8221373.80 NORTE
M2	Final del tramo	Zona 19 S 440235.50 ESTE 8222137.80 NORTE

### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

#### **3.3.1. Tipo de investigación.**

El trabajo de investigación fué de tipo descriptivo, porque buscó describir los resultados de los parámetros físico, químicos y biológicos de las aguas superficiales del río llave para el tramo que atraviesa la ciudad. Para lo cual se utilizará la observación, la descripción y la medición en campo de las muestras representativas de cada punto de población.

#### **3.3.2. Diseño de investigación.**

El estudio ha comprendido el diseño de investigación no experimental descriptivo por qué se analizó la realidad y se observó la situación tal y como se da en su contexto natural, de esa manera se ha recogido información actualizada de la población de estudio.

#### **3.3.3. Método.**

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

### **Procedimiento de la investigación**

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

Primero se ha identificado el punto de muestreo y posteriormente se geo referenció el mismo, este procedimiento se repitió con todos los puntos de muestreo, cada punto ha tenido su punto referencial. Así mismo para la medición de los parámetros físicos, químicos y biológicos se utilizó equipos para cada parámetro con la finalidad de obtener datos exactos.

**b. Para el objetivo específico 1: Determinar los niveles de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave para el tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave.**

Los parámetros físico químicos y microbiológicos fueron en base a la muestra recolectada, la cual es en cantidad de 100 ml del punto de muestreo en un frasco, el cual se colocó en el cooler las mismas que se llevaron al laboratorio para determinar este parámetro con un turbidímetro. Estos procedimientos se repitieron en todos los puntos de muestreo.

**c. Para el Objetivo específico E2: Comparar los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico con respecto a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.**

Todos los parámetros que se han medido a través de las pruebas de laboratorio, fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua (ECA aprobado en el D.S. 04-2017-MINAM), donde establece para 4 categoría (Categoría 1: Poblacional y recreacional, Categoría 2: Actividades marino costeros, Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales y Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático)

**3.3.4. Materiales.**

Materiales de campo.

- Recipiente transparente.
- Recipiente de 200 ml.
- Guantes quirúrgicos.
- Mandil.
- Tablero de apuntes.

- Cooles.
- Botas de jebe.
- Agua destilada.
- 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	● Parámetros	● Temperatura	Numérico
Parámetros físicos y biológicos.	Físicos.	a	Numérico
		● Conductividad Eléctrica.	Numérico
	● Parámetros químicos.	● Sólidos totales disueltos.	Numérico
	● Parámetros biológicos.	● Turbiedad.	Numérico
		● pH	Numérico
		● Oxígeno	



---

disuelto.

Numérico

- Coliformes
- Termotolerantes

**V.D.**

Estándar de

Calidad del agua del río Cumplimiento del Calidad Ambiental Cumple/No cumple  
llave, tramo que Eca del Agua para el agua.  
atraviesa la ciudad.

---

### 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

### EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A continuación se hace un análisis de los resultados que se han obtenido de los análisis realizados en los laboratorios de Ecología Acuática de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA - Puno, dicha información se presenta de acuerdo a como se han cumplido los objetivos específicos de la presente investigación.

**4.1.1. Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río ilave del tramo (600 m) que atraviesa la comunidad de JalluyoCcompuyo del distrito de Pilcuyo - ilave.**

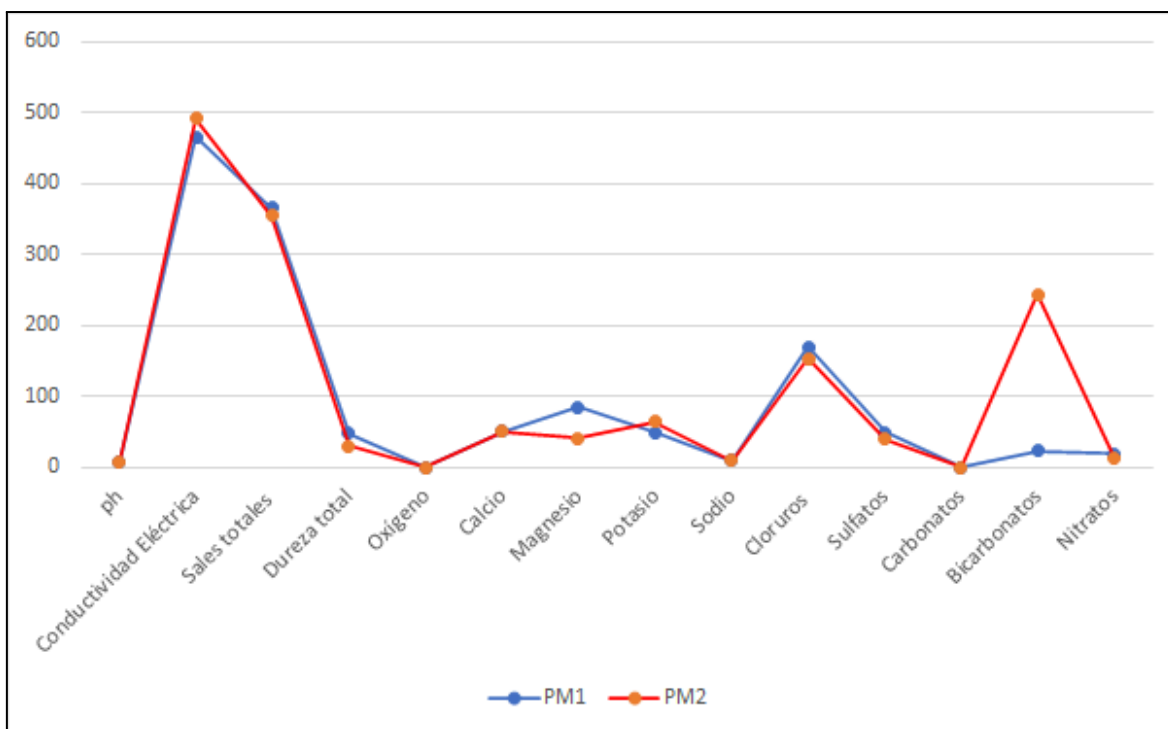
**Tabla 03.** Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

PARÁMETROS	UNIDAD	PM1	PM2	PROMEDIO
<b>Fisicoquímicos</b>				
pH	unidad	7.63	8.32	<b>7.98</b>
Conductividad Eléctrica	uS/cm	465.00	491.00	<b>478</b>
Sales totales	mg/L	365.00	355.00	<b>360</b>
Dureza total	mg/L	47.10	29.55	<b>38.33</b>
Oxígeno	mg/L	0.28	0.23	<b>0.26</b>



Calcio	mg/L	50.10	50.10	<b>50.10</b>
Magnesio	mg/L	83.94	41.34	<b>62.64</b>
Potasio	mg/L	49.65	63.73	<b>56.69</b>
Sodio	mg/L	9.66	9.20	<b>9.43</b>
Cloruros	mg/L	170.20	152.47	<b>161.34</b>
Sulfatos	mg/L	48.99	39.38	<b>44.185</b>
Carbonatos	mg/L	0.00	0.00	<b>0.00</b>
Bicarbonatos	mg/L	23.18	244.04	<b>133.61</b>
Nitratos	mg/L	18.60	12.40	<b>15.50</b>
<b>Microbiológicos</b>				
Coliformes totales	NMP/ 100 ml	1100	1100	<b>1100</b>
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100 ml	42	38	<b>40</b>

De acuerdo a los resultados de la tabla 03, podemos concluir que la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo (600 m) que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, a nivel de parámetros fisicoquímicos son: pH 7.98, Conductividad Eléctrica 478 [uS/cm], Sales totales 360 [mg/L], Dureza total 38.325 [mg/L], Oxígeno 0.25 [mg/L], Calcio 50.1 [mg/L], Magnesio 62.64 [mg/L], Potasio 56.69 [mg/L], Sodio 9.43 [mg/L], Cloruros 161.33 [mg/L], Sulfatos 44.185 [mg/L], Carbonatos 0.00 [mg/L], Bicarbonatos 133.61 [mg/L], Nitratos 15.5 [mg/L]; a nivel de parámetros microbiológicos son: Coliformes totales 1100 [NMP/ 100 ml], Coliformes Termotolerantes 40 [NMP/ 100 ml].

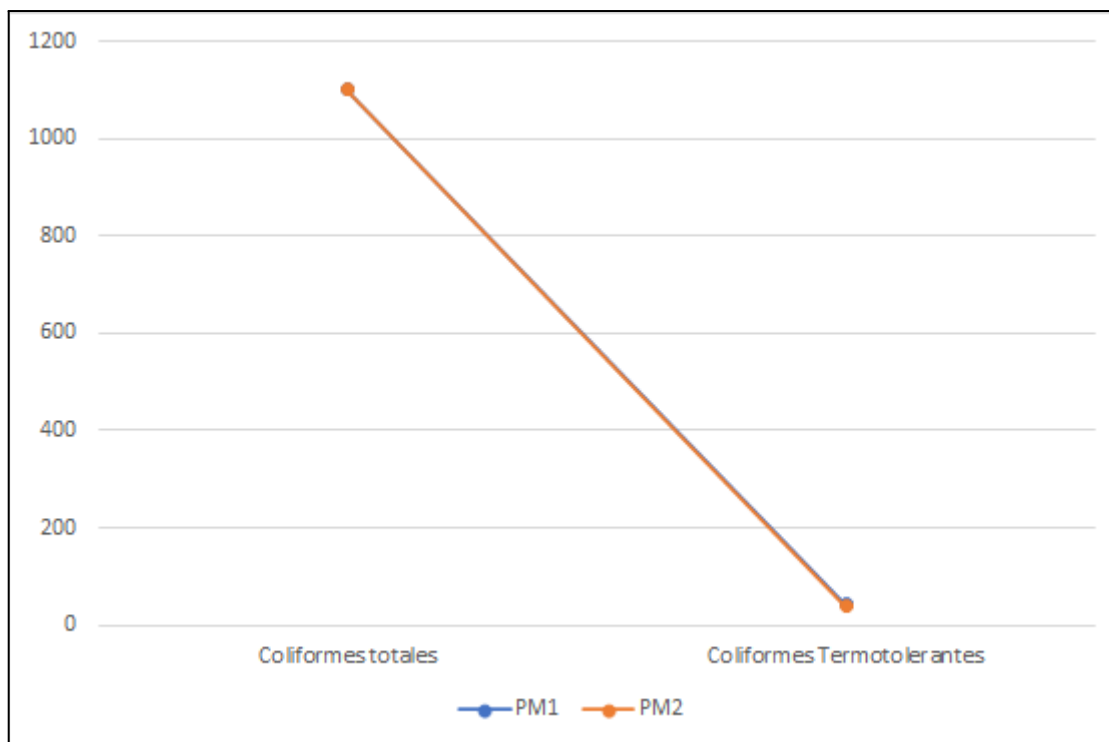


**Figura 04.** Comparación de los parámetros fisicoquímicos entre las muestras PM1(inicio de tramo) y PM2 (fin de tramo).

De acuerdo a lo observado en la figura 04 podemos hacer una clasificación entre aquellos parámetros que se incrementaron, descendieron y aquellos que no cambiaron:

- Parámetros que se incrementaron: pH, Conductividad Eléctrica, Potasio, Bicarbonatos.
- Parámetros que disminuyeron: Sales totales, Dureza total, Oxígeno, Magnesio, Sodio, Cloruros, Sulfatos, Nitratos.
- Parámetros que no variaron: Calcio, Carbonatos.

Sin embargo se puede concluir que de acuerdo a la figura 04 no existe una variación significativa, salvo en los parámetros Magnesio y Bicarbonatos, por lo que podemos considerar ambas muestras parecidas.



**Figura 05.** Comparación de los parámetros microbiológicos entre las muestras PM1(inicio de tramo) y PM2 (fin de tramo).

De acuerdo a lo observado en la figura 05 podemos observar que a nivel de los parámetros microbiológicos se nota un descenso en la concentración de Coliformes Termotolerantes y para los Coliformes totales no existe variación, por lo que también podemos considerar que no existe variación significativa de una muestra a otra.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se ha encontrado varios contraste a discutir con los antecedentes de la presente investigación, pues a continuación se mencionan los más relevantes, pues nivel nacional en la tesis de Atencio (2018) destaca la diferencia en los parámetros bacteriológicos, pues el investigador ha hallado valores de 900 UFC / 100 mL en coliformes totales y en las fecales fue de un UFC / 100 mL, valores que en el segundo parámetro son diferentes y superiores a pesar que en nuestra investigación se ha analizado agua superficial de río, otro valor a resaltar y comparar es la investigación de Díaz (2018) en el departamento de San Martín en su análisis han determinado 40333 NMP/100 mL en coliformes termotolerantes lo cual es un valor muy alto no sólo comparado con nuestra investigación;

a nivel local en el trabajo de Calizaya (2022) en el río zapatilla de Pilcuyo el oxígeno disuelto: 4.1 mg/l es muy alto en comparación con nuestros resultados, de la misma manera 1425 NMP/100 ml es un valor más elevado que el resultado hallado en la presente investigación.

#### 4.1.2. Comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua con los eca para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales - categoría 3.

**Tabla 04.** Cumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo al ECA del agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

PARÁMETROS	MEDIA	ECA DEL AGUA CAT 3		CUMPLIMIENTO	
		D1: Riego	D2: Bebida	D1: Riego	D2: Bebida
<b>Fisicoquímicos</b>					
ph	<b>7.975</b>	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	SI	SI
Conductividad Eléctrica	<b>478</b>	2500	5000	SI	SI
Sales totales	<b>360</b>	N.D.	N.D.	SI	SI
Dureza total	<b>38.325</b>	N.D.	N.D.	SI	SI
Oxígeno	<b>0.255</b>	>=4	>=5	NO	NO
Calcio	<b>50.1</b>	N.D.	N.D.	SI	SI
Magnesio	<b>62.64</b>	N.D.	250	SI	SI
Potasio	<b>56.69</b>	N.D.	N.D.	SI	SI
Sodio	<b>9.43</b>	N.D.	N.D.	SI	SI
Cloruros	<b>161.335</b>	500	N.D.	SI	SI

Sulfatos	<b>44.185</b>	1000	1000	SI	SI
Carbonatos	<b>0.00</b>	N.D.	N.D.	SI	SI
Bicarbonatos	<b>133.61</b>	518	N.D.	SI	SI
Nitratos	<b>15.5</b>	100	100	SI	SI
<b>Microbiológicos</b>					
Coliformes totales	<b>1100</b>	N.D.	N.D.	SI	SI
Coliformes Termotolerantes	<b>40</b>	2000	1000	SI	SI

De acuerdo a los resultados de la tabla 04 para los parámetros fisicoquímicos de 14 parámetros solamente 1 no cumple con el ECA del agua, y para el caso de los parámetros microbiológicos sí se cumple para los parámetros analizados; por lo que se, se concluye que no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales, sin embargo se debe precisar que solamente el Oxígeno Disuelto es el único parámetro que no se cumple.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En éste apartado se discuten los resultados con otra investigaciones sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental de las diferentes investigaciones, así vemos que Díaz (2018), evaluó la calidad tomando en cuenta parámetros biológicos, físicos y químicos del agua proveniente de la quebrada Chupishiña (Rumisapa-Lamas) donde concluye que se cumple con los ECA para el agua en todas las categorías; también Rojas (2018) en el análisis de la calidad del agua del río Ragra vemos que en la misma categoría que en nuestra investigación (categoría 3) no se cumplen con el ECA establecido, haciendo un énfasis en la presencia de metales pesados. Así mismo Coila (2022), desarrolló su investigación en el distrito de Caracoto, con el objetivo principal fue

evaluar el nivel de calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata donde increíblemente a pesar de las duras críticas sobre la utilización de éste río se han encontrado que si cumple con la normatividad vigente.

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

#### **4.3.1. Comprobación de la Hipótesis General.**

Dada la afirmación: La calidad del agua del río llave tramo Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024, no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales.

#### **Planteamos la Hipótesis Nula:**

$H_0$  = La calidad del agua del río llave tramo Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024, no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales.

#### **La Hipótesis Alterna:**

$H_1$  = La calidad del agua del río llave tramo Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024, es apta para el riego de vegetales y bebida de animales.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 04: Cumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo al ECA del agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, y habiéndose determinado que no se cumple con la normatividad vigente es que se **rechaza la  $H_1$**  y se acepta la  $H_0$ .

#### **4.3.2. Comprobación de la Hipótesis Específica 1.**

Dada la hipótesis: Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, es alta.

#### **Planteamos la Hipótesis Nula:**

$H_0$  = Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, es alta.

#### **La Hipótesis Alterna:**

$H_1$  = Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, no es alta.

Por los resultados obtenidos en la tabla 03. Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y tabla 04: Cumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo al ECA del agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales; pues si bien no son altas las concentraciones de todos los parámetros, por lo menos en uno de ellos es alta la concentración, por lo que se **rechaza la  $H_1$**  y se acepta la  $H_0$ .

#### **4.3.3. Comprobación de la Hipótesis Específica 2.**

Dada la hipótesis específica 2:

##### **Planteamos la Hipótesis Nula:**

$H_0$  =La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superan los ECA para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.

##### **La Hipótesis Alterna:**

$H_1$  = La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua no superan los ECA para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.

Por los resultados obtenidos en la tabla 04: Cumplimiento de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de acuerdo al ECA del agua Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales; a pesar que en solo uno de los parámetros (Oxígeno disuelto) no se cumple con el estándar, es que se concluye que no se cumple con la normatividad, por lo que se **rechaza la  $H_1$**  y se acepta la  $H_0$ .



## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La calidad del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave en el año 2024, se concluye que no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales, sin embargo se debe precisar que solamente el Oxígeno Disuelto es el único parámetro que no se cumple.

**SEGUNDA:** La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo (600 m) que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, a nivel de parámetros fisicoquímicos son: pH 7.98, Conductividad Eléctrica 478 [uS/cm], Sales totales 360 [mg/L], Dureza total 38.325 [mg/L], Oxígeno 0.25 [mg/L], Calcio 50.1 [mg/L], Magnesio 62.64 [mg/L], Potasio 56.69 [mg/L], Sodio 9.43 [mg/L], Cloruros 161.33 [mg/L], Sulfatos 44.185 [mg/L], Carbonatos 0.00 [mg/L], Bicarbonatos 133.61 [mg/L], Nitratos 15.5 [mg/L]; a nivel de parámetros microbiológicos son: Coliformes totales 1100 [NMP/ 100 ml], Coliformes Termotolerantes 40 [NMP/ 100 ml].

**TERCERA:** Realizada la comparación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua con los ECA para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales - categoría 3, tanto en las categorías D1: Riego de vegetales y D2: Bebida de animales, se verifica que de todos los parámetros analizados solamente no se cumple con el Oxígeno Disuelto por lo que se concluye que no se cumple con el ECA del agua.

## RECOMENDACIONES

- A la municipalidad del distrito de Pilcuyo, tomar en cuenta los resultados de la presente investigación, pues si bien se nota un cumplimiento de casi todos los parámetros analizados en la presente investigación, se podría recomendar tener cuidado con la utilización del agua de éste río.
- A los pobladores de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - Ilave, pues si bien de acuerdo a los resultados obtenidos la falta de cumplimiento del parámetro: Oxígeno disuelto el cual contribuye con la vida acuática se debe de tener en cuenta al momento de utilizar el agua para la bebida de sus animales.
- A los investigadores relacionados al análisis de agua, se debe de tener en cuenta la importancia de los ríos como fuente de bebida de animales y riego de vegetales pues en el caso específico de zonas como la comunidad de Jalluyo Compuyo, pues un análisis permanente y más orientados a ésta actividad son cada vez más necesarios.

## 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>
- Coila Yana, F. (2022). *Evaluación de la calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata Caracoto-San Román - Puno*, Universidad Nacional del Altiplano, Evaluación de la calidad del agua en la zona de confluencia de los ríos Torococha y Coata Caracoto-San Román - Puno.
- Calizaya Jilaja, W. (2022). *Evaluación de la calidad del agua del río zapatilla para uso de riego de vegetales en el distrito de Pilcuyo, región Puno*. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/403>
- 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 Chupishiña, 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.
- 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.
- 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.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2020). Informe mundial de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: agua y cambio climático. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611.locale=es>
- 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 rio 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.
- Ramallo, 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.

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 Rio Negro en la Provincia de Padre Abad, Aguaytía. Tingo María — Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Teves Aguirre, B. M. (2016). Estudio Fisicoquímico de la Calidad del Agua del Río Cakra, Región Lima. (Tesis para optar grado de Magíster 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>

Vasquez, S. O, (2017). Caracterización fisicoquímica de la calidad del agua del manantial La SHITA destinada al consumo humano, Cajabamba - 2017, 113

Villena, C. J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 35(2), 304-8. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3>

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: Estándar de Calidad Ambiental para el Agua para la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

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

(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)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

**Anexo 02:** Resultados de análisis fisicoquímico de la muestra 01 (inicio de tramo).



**PERÚ**  
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



### CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE AGUA

Análisis N°: Fecha de Entrada: 06 de Junio del 2024 Fecha de Certificación: 12 de Junio del 2024 Sistema de Riego:	Localización: Isacc Gilber Ccama.Punto de Muestra N°1.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

Determinaciones		
pH	7,63	
C.E.	465,00	25°C (uS/cm)
Sales Totales	365,00	(mgr/L)
Dureza Total	47,10	CaCO <sub>3</sub> (G.H.F.)
Alcalinidad total		CaCO <sub>3</sub>
R.A.S.	0,19	
Temperatura		°C
Oxígeno	0,28	NTU
<b>CATIONES</b>	<b>meq/l</b>	<b>mg/l</b>
Calcio	2,50	50,10
Magnesio	6,90	83,94
Potasio	1,27	49,65
Sodio	0,42	9,66
<b>TOTAL</b>	<b>11,09</b>	
<b>ANIONES</b>	<b>meq/l</b>	<b>mg/l</b>
Cloruros	4,80	170,20
Sulfatos	1,02	48,99
Carbonatos	0,00	0,00
Bicarbonatos	0,38	23,18
<b>TOTAL</b>	<b>6,20</b>	

Representación grafica	Muy baja	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
pH					
C.E.					
Sales Totales					
Dureza Total					
R.A.S.					
S.C.R.					
Índice de Scott					
Boro					
Sodio					
Nitratos					
Cloruros					
Bicarbonatos					

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitratos (N de NO <sub>3</sub> )	0,30	18,60


**Clasificación Riverside: C2S1**

R.A.S Aguas de buena calidad aptas para el riego

S.C.R: -:-

Tipo de Agua: Dura

Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de Calidad de Agua):



Ing. Jorge Canhua Rojas  
Responsable Laboratorio Sede Illpa Puno

Firma


www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n  
Puno. Puno. Perú  
T: (051)363-812

Escaneado con CamScanner




**Anexo 03:** Resultados de análisis fisicoquímico de la muestra 02 (final de tramo).



**PERÚ**

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



### CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE AGUA

<p>Análisis N°:</p> <p>Fecha de Entrada: 06 de Junio del 2024</p> <p>Fecha de Certificación: 12 de Junio del 2024</p> <p>Sistema de Riego:</p>	<p>Localización: Isacc Gilber Ccama. Punto de Muestra N°2.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

Determinaciones						
pH	8,32					
C.E.	491,00	25°C	(µS/cm)			
Sales Totales	355,00		(mgr/L)			
Dureza Total	29,55		CaCO <sub>3</sub> (G.H.F.)			
Alcalinidad total			CaCO <sub>3</sub>			
R.A.S.	0,23					
Temperatura			°C			
Oxígeno	0,23		NTU			
<b>CATIONES</b>	<b>meq/l</b>		<b>mg/l</b>			
Calcio	2,50		50,10			
Magnesio	3,40		41,34			
Potasio	1,63		63,73			
Sodio	0,40		9,20			
<b>TOTAL</b>	<b>7,93</b>					
<b>ANIONES</b>	<b>meq/l</b>		<b>mg/l</b>			
Cloruros	4,30		152,47			
Sulfatos	0,82		39,38			
Carbonatos	0,00		0,00			
Bicarbonatos	4,00		244,04			
<b>TOTAL</b>	<b>12,12</b>					

Representación grafica	Muy baja	Bajo	Normal	Alto	Muy alta
pH					
C.E.					
Sales Totales					
Dureza Total					
R.A.S.					
S.C.R.					
Índice de Scott					
Boro					
Sodio					
Nitratos					
Cloruros					
Bicarbonatos					

Otras Determinaciones	Resultado	
	meq/l	mg/l
Nitratos (N de NO <sub>3</sub> )	0,20	12,40


**Clasificación Riverside: C251**

**R.A.S** Aguas de buena calidad aptas para el riego

**S.C.R:** --

**Tipo de Agua:** Semi dura

**Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de Riego y Diagrama):**



Ing. Jorge Canhua Rojas

Responsable Laboratorio Sede Illpa Puno

Firma

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n

Puno. Puno. Perú

T: (051)363-812

Escaneado con CamScanner

**Anexo 04:** Resultados de análisis microbiológicos de las 02 muestras (inicio y final de tramo).



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA



### RESULTADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**PROYECTO** : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO ILAVE TRAMO COMUNIDAD JALLULLO COMPUYO DISTRITO DE PILCUYO – ILAVE, 2024.

**PROCEDENCIA** : RIO ILAVE TRAMO COMUNIDAD JALLULLO COMPUYO DISTRITO DE PILCUYO, PROVINCIA EL COLLAO, DEPARTAMENTO DE PUNO

**INTERESADO** : ISAAC GILBER CCAMA ARPA

**VOLUMEN DE MUESTRA** : ENVASE DE VIDRIO, 1000ml

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 17.06.2024

**FECHA DE ANALISIS** : 17.06.2024

**MOTIVO** : CALIDAD MICROBIOLÓGICA (muestreado por el interesado)

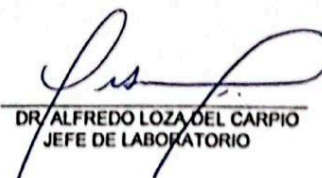
**REFERENCIA** : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO 9:10 HORAS

#### RESULTADOS

N°	PUNTO DE MUESTREO	FECHA	Unidad	RESULTADOS	
				Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes
01	MUESTRA 1	17/06/2024	NMP/100ml	1100	42
02	MUESTRA 2	17/06/2024	NMP/100ml	1100	38

NMP/100ml= Número Más Probable por cien mililitros.  
MÉTODO DE ENSAYO NUMERACIÓN COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E. COL. MÉTODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MÚLTIPLES, APHA, AWWA, WEF PAR. 9221B E. 21 TH ED. 2005

  
LIC. MARGOT GISELA REYES ORIHUELA  
RESPONSABLE DE LABORATORIO

  
DR. ALFREDO LOZA DEL CARPIO  
JEFE DE LABORATORIO



**Anexo 05:** Galería fotográfica.



**Figura 06.** Recogiendo las muestras de agua antes del inicio del tramo.



**Figura 07.** Envasando las muestras de agua.



**Figura 08.** Envasando las muestras de agua al final del tramo.



**Figura 09.** Envasando las muestras de agua al final del tramo.



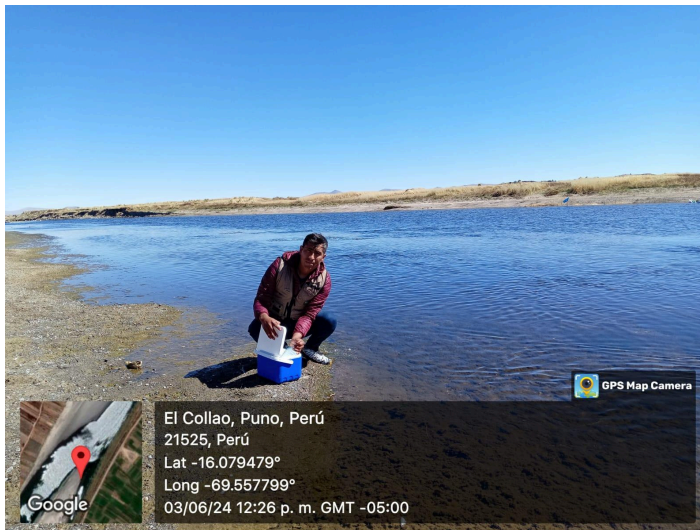


**Figura 10.** Colocando en el cooler las muestras.

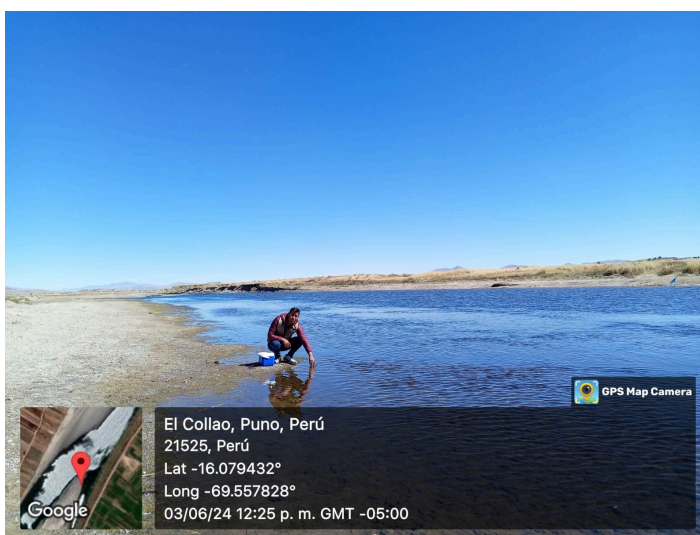


**Figura 11.** Eligiendo un lugar para recoger las muestras.





**Figura 12.** Georeferenciado el punto de muestreo.



**Figura 13.** Georeferenciado el punto de muestreo.

**Anexo 06:** Matriz de consistencia

**CALIDAD DE AGUA DEL RÍO ILAVE TRAMO QUE ATRAVIESA LA COMUNIDAD JALLUYO COMPUYO DEL DISTRITO DE PILCUYO - ILAVE, 2024.**

PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
	General	Específicos	General	Específicos				
<p>¿Cuál es la calidad del agua del río llave del tramo comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024?</p>	<p>General</p> <p>Evaluar la calidad del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024.</p>	<p>General</p> <p>La calidad del agua del río llave tramo Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024, no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales.</p>	<p>General</p> <p>La calidad del agua del río llave tramo Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024, no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales.</p>	<p>General</p> <p>La calidad del agua del río llave tramo Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, 2024, no es apta para el riego de vegetales y bebida de animales.</p>	<p>VI.</p> <p>Parámetros Físico químicos y biológicos.</p>	<p>Temperatura</p> <p>Conductividad Eléctrica.</p> <p>Sólidos totales disueltos.</p> <p>Turbiedad.</p> <p>pH</p> <p>Oxígeno disuelto.</p> <p>Coliformes Termotolerantes</p>	<p>Equipos de Laboratorio</p> <p>ECA para el Agua.</p>	<p>Estadística Descriptiva. (utilización de medias y desviación)</p>
<p>Específicos</p> <p>¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave tramo comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave?</p> <p>¿La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos cumplirán con los ECA destinados al riego de vegetales y bebida de animales - categoría 3?</p>	<p>Específicos</p> <p>Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo (600 m) que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave.</p> <p>Comparar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua con los ECA para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales - categoría 3.</p>	<p>Específicos</p> <p>Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, es alta.</p> <p>La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superan los ECA para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.</p>	<p>Específicos</p> <p>Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río llave del tramo que atraviesa la comunidad de Jalluyo Compuyo del distrito de Pilcuyo - llave, es alta.</p> <p>La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superan los ECA para aguas destinadas al riego de vegetales y bebida de animales ECA - categoría 3.</p>	<p>VD.</p> <p>Calidad del agua del río llave</p>	<p>Estándar de Calidad Ambiental para el agua.</p>			