

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS
MANANTIALES TITIN PHUJU Y Q'UESPI PHUJU PARA CONSUMO HUMANO
DEL CENTRO POBLADO DE HUARAHUARANI PROVINCIA DE EL COLLAO -**

2024

PRESENTADA POR:

CLAUDIA ANDREA CCASO GOMEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO 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/)



9.17%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 22 OCT 2024, 10:59 AM

Similarity report

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

IDENTICAL 1.29%
CHANGED TEXT 7.88%

Report #23349807

CLAUDIA ANDREA CCASO GOMEZ // CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA D
EL AGUA DE LOS MANANTIALES TITIN PHUJU Y Q´UESPI PHUJU PARA CONSUMO
HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE HUARAHUARANI PROVINCIA DE EL COLLAO -
2024 RESUMEN La investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad
fisicoquímica y microbiológica del agua en los manantiales Titin Phuju y
Q´uispe Phuju para consumo humano, según el DS. N° 004-2017-MINAM del
Centro Poblado de Huarahuarani de la Provincia de el Collao 2024. La
metodología empleada es de tipo descriptivo y no experimental, basada en
el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos
hídricos superficiales, conforme al decreto supremo N° 004-2017-MINA
M categoría 1, se tomaron 04 muestras de agua: 02 muestras del
manantial Titin Phuju y 02 muestras del manantial Q´uespi Phuju
obteniendo los siguientes resultados: la evaluación detallada de los
parámetros fisicoquímicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju
que el pH de los manantiales demuestra su cumplimiento con los
estándares nacionales, que se encuentra dentro de los límites aceptables
(6.5 - 8.5) según el DS N° 004-2017-MINAM lo que refleja una gestión
ambiental eficaz y una calidad de agua. Los hallazgos microbiológicos
indican que los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju actualmente no
cumplen con los estándares de calidad para ser considerados seguros para
el consumo humano sin tratamiento previo, como conclusión la investigación

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LOS
MANANTIALES TITIN PHUJO Y Q'UESPI PHUJO PARA CONSUMO HUMANO
DEL CENTRO POBLADO DE HUARAHUARANI PROVINCIA DE EL COLLAO -**

2024

PRESENTADA POR:

CLAUDIA ANDREA CCASO GOMEZ

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

:


M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:


Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

Área: Ingeniería, Tecnología.

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 29 de octubre del 2024.

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis está dedicado a mis padres, Hugo Walter Ccaso Ccaso y Nancy Graciela Gomez Cutipa, por el incondicional apoyo que me brindaron y por haber contribuido a formarme como la persona que soy hoy. También quiero expresar mi gratitud a mi hermano Alex Frank, por su constante apoyo y fortaleza. Finalmente, agradezco a todas las personas que me han motivado, aconsejado, apoyado y acompañado a lo largo de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiar mi camino, otorgar buena salud, amor y bendiciones, así como por mi familia. Expreso también mi sincero agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Privada San Carlos de Puno, por brindarme la oportunidad de formar parte de esta institución como estudiante. Agradezco a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, por inculcarme con dedicación valores profesionales, conocimientos y experiencias que me han permitido alcanzar mis metas y objetivos académicos.

Mi especial gratitud va a mi asesora, Mg. Katia E. Andrade Linarez, por su tiempo, experiencia y orientación durante la ejecución de la investigación. Asimismo, agradezco a los ilustres jurados por sus sugerencias, aportes e ideas constructivas, que fueron clave para la culminación exitosa de este trabajo.

Extiendo mi agradecimiento al laboratorio de agua y suelo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNAP a la INIA, por facilitarme sus instalaciones y el apoyo del personal técnico en la determinación de los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.

ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

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. INTERNACIONALES	14
1.2.2. NACIONAL	16
1.2.3. LOCALES	17
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	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. IMPORTANCIA DEL AGUA	22
2.1.3. CALIDAD DE AGUA	23
2.1.4. ECA	24
2.1.5. CONTAMINACIÓN DE AGUA	25
2.1.6. CONTAMINACIÓN QUÍMICA	25
2.1.7. INDICADORES FISICOQUÍMICOS DEL AGUA	26
2.1.8. ALCALINIDAD	31
2.2. MARCO CONCEPTUAL	31
2.3. MARCO NORMATIVO	34
2.4. HIPÓTESIS	35
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	35
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	35

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	36
3.1.1. PUNTO DE MUESTREO	37
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	37
3.2.1. POBLACIÓN	37
3.2.2. MUESTRA	37
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	38
3.3.1. TIPO DE ESTUDIO	38
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	38

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO 39

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES TITIN PHUJU Y Q´UISPE PHUJU DEL CENTRO POBLADO DE HUARAHUARANI “SEGÚN DS N° 004-2017-MINAM.”	42
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES TITIN PHUJU Y Q´UISPE PHUJU DEL CENTRO POBLADO DE HUARAHUARANI DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA SEGÚN DS N° 004-2017-MINAM	48
4.3. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD DEL AGUA.	51
4.4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	52
4.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	52
4.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1:	53
4.4.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Cantidades estimadas de agua en la Tierra	21
Tabla 02: Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación de los manantiales Titin Phuju y Q´uispe Phuju - Centro Poblado de Huarahuarani.	36
Figura 02: Comparación de parámetros Fisicoquímicos con Límites ECAS	45
Figura 03: Comparación de microbiológicos de los manantiales Titin Phuju y Q´uispe Phuju.	49
Figura 04: Reconocimiento de punto de muestra del manantial Titin Phuju.	72
Figura 05: Se aprecia en la fotografía el equipo de multiparámetro para el monitoreo de los manantiales Titin Phuju y Q´uespi phuju.	72
Figura 06: Ubicación de los manantial Titin Phuju con GPS para su respectivo monitoreo.	73
Figura 07: Verificación con el multiparametro el Ph del manantial Titin Phuju.	73
Figura 08: Verificación con el multiparametro la conductividad eléctrica del manantial Titin Phuju.	74
Figura 09: Levantamiento de muestras en un cooler para su respectivo análisis en un laboratorio del manantial Titin Phuju.	74
Figura 10: Reconocimiento de punto de muestra del manantial Q´uespi phuju.	75
Figura 11: Verificación con el multiparametro el Ph del manantial Q´uespi Phuju.	75
Figura 12: Verificación con el multiparametro la conductividad eléctrica del manantial Q´uespi Phuju.	76
Figura 13: Llevado de muestras en un cooler para su respectivo análisis en un laboratorio del manantial Q´uespi Phuju.	76

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz consistencia calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales Tltin Phujo Y Q´uespi Phujo para consumo humano del centro poblado de Huarahuarani Provincia de el Collao - 2024	65
Anexo 02: Informe de resultados del manantial Titin Phuju.	66
Anexo 03: Informe de resultados del manantial Q´uespi phuju.	67
Anexo 04: Informe de laboratorio de Físico Químico del manantial Titin Phuju.	68
Anexo 05: Informe de laboratorio de Físico Químico del manantial Q´uespi phuju.	69
Anexo 06: Registro de datos de Monitoreo de manantial Titin Phuju.	70
Anexo 07: Registro de datos de Monitoreo de manantial Q´uespi phuju.	71
Anexo 08: Panel fotográfico manantial Titin Phuju.	72
Anexo 09: Panel fotográfico manantial Q´uispe Phuju.	75

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju para consumo humano, según el DS N° 004-2017-MINAM, en el Centro Poblado de Huarahuarani, Provincia de El Collao 2024. La metodología empleada es de tipo descriptivo y no experimental, basada en el Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, conforme al Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 1. Se tomaron 04 muestras de agua: 02 muestras del manantial Titin Phuju y 02 muestras del manantial Q'uispe Phuju, obteniendo los siguientes resultados: la evaluación detallada de los parámetros fisicoquímicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju demuestra que el pH de los manantiales cumple con los estándares nacionales, encontrándose dentro de los límites aceptables (6.5 - 8.5) según el DS N° 004-2017-MINAM, lo que refleja una gestión ambiental eficaz y una calidad de agua adecuada. Los hallazgos Microbiológicos indican que los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju actualmente no cumplen con los estándares de calidad para ser considerados seguros para el consumo humano sin tratamiento previo. En conclusión, la investigación sobre los parámetros Fisicoquímicos en los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju reveló que ambos cumplen con los estándares de calidad ambiental y que el agua es adecuada para el consumo humano. Sin embargo, los resultados Microbiológicos mostraron niveles significativos de coliformes totales y *Escherichia coli*, lo que indica un potencial problema para la salud. Estos hallazgos resaltan la presencia de contaminantes fecales debido al manejo inadecuado de residuos.

Palabras claves: Agua, Fisicoquímicos, Manantial, Microbiológicos, Parámetro.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the Physicochemical and Microbiological Quality of the water in the Titin Phuju and Q'uispe Phuju springs for human consumption, according to DS No. 004-2017-MINAM, in the Huarahuarani Population Center, El Collao Province 2024. The methodology used is descriptive and not experimental, based on the National Protocol for monitoring the quality of surface water resources, in accordance with Supreme Decree No. 004-2017-MINAM, category 1. 04 water samples were taken: 02 samples from the Titin Phuju spring and 02 samples from the Q'uispe Phuju spring, obtaining the following results: the detailed evaluation of the physicochemical parameters of the Titin Phuju and Q'uispe Phuju springs shows that the pH of the springs meets national standards, being within acceptable limits (6.5 - 8.5) according to DS No. 004-2017-MINAM, reflecting effective environmental management and adequate water quality. Microbiological findings indicate that Titin Phuju and Q'uispe Phuju springs currently do not meet quality standards to be considered safe for human consumption without prior treatment. In conclusion, the investigation on the Physicochemical parameters in Titin Phuju and Q'uispe Phuju springs revealed that both meet environmental quality standards and the water is suitable for human consumption. However, Microbiological results showed significant levels of total coliforms and *Escherichia coli*, indicating a potential health problem. These findings highlight the presence of fecal contaminants due to inadequate waste management.

Keywords: Water, Physicochemical, Spring, Microbiological, Parameter.

INTRODUCCIÓN

El agua juega un papel crucial en el progreso de la sociedad y en la salud del medio ambiente. Como resultado del crecimiento exponencial de la población, se ha producido una mayor demanda de recursos hídricos, lo que ha provocado un aumento de la contaminación en el agua. Estos contaminantes se introducen y diluyen, lo que deteriora los cuerpos de agua y tiene efectos negativos en el medio ambiente, especialmente en los humanos, como problemas gastrointestinales, según la Organización Mundial de la Salud OMS, (2019).

En los últimos años, la situación del recurso hídrico se ha deteriorado debido a una mala gestión, y la calidad del agua no ha cumplido con las necesidades de las comunidades, debido a que los manantiales no tienen ninguna protección como cerco o un reservorio; solamente está al aire libre y podría haber contaminación naturales del manantial.

Para ello, se realiza el trabajo de investigación con la finalidad de comprobar si la calidad del agua es apta para el consumo humano y así proteger la salud de la población y el medio ambiente. Por ello, se lleva a cabo el monitoreo de los dos manantiales para obtener datos actualizados y reales sobre la calidad del agua de Titin Phuju y Q'uispe Phuju, del sector Faruyo del Centro Poblado de Huarahuarani, que se encuentra en Ilave, departamento de Puno. Anteriormente, no se había realizado un estudio de monitoreo de la calidad del agua, y su impacto podría afectar gravemente la salud de las poblaciones y el medio ambiente. La información será de gran ayuda como instrumento para una buena gestión ambiental y la toma de decisiones.

El trabajo de investigación actual consta de cuatro capítulos. El primer capítulo aborda el planteamiento del problema y ofrece un breve resumen de los antecedentes y los objetivos planteados; el segundo capítulo detalla el marco teórico; y el tercer capítulo aborda la investigación en sí. metodología empleada en la tesis, y finalmente el cuarto

capítulo, que detalla los datos recolectados en el campo y analiza los efectos del vertimiento de aguas residuales domésticas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua ha sido fundamental para el avance de la sociedad y la salud del medio ambiente. El crecimiento poblacional ha incrementado la demanda de recursos hídricos, lo que ha llevado a un aumento en la contaminación del agua. Estos contaminantes se introducen y diluyen, deteriorando los cuerpos de agua y generando efectos negativos en el medio ambiente, especialmente en la salud humana, como problemas gastrointestinales OMS (2019).

En Perú, la calidad del agua es una de las principales causas de conflictos sociales y ambientales. En los últimos años, la situación del recurso hídrico se ha deteriorado debido a una mala gestión, y la calidad del agua no ha cumplido con las necesidades de las comunidades, ya que los manantiales no tienen ninguna protección como cerco o un reservorio; solamente están al aire libre y podría estar expuestos a contaminantes naturales.

Por otro lado, el manantial Titin Phuju y Q'uespi Phuju ubicado en el Centro Poblado Huarahuarani perteneciente a la Provincia de El Collao, departamento de Puno, no están ajenos a la presencia de contaminantes que afectan a estos manantiales, utilizados para consumo humano. Por ello, es necesario realizar un análisis de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales Titin Phuju y Q'uespi Phuju para garantizar la

salubridad del sector de Faruyo y el medio ambiente. Actualmente, los manantiales son utilizados como fuente principal de suministro de agua para el sector Faruyo, tanto para los animales como para riego, sin haber recibido ningún tipo de tratamiento.

Los dos afloramientos de agua se encuentran ubicados en la jurisdicción del Centro Poblado de Huarahuarani, sector Faruyo, Provincia de El Collao, departamento de Puno. Son administrados por los habitantes del lugar, ya que estos manantiales, Titin Phuju y Q'uespi Phuju, se encuentran al aire libre, no tienen una captación ni un reservorio y son utilizados para consumo humano, animales y riego. Igualmente, para gestionar el uso de estas aguas, es necesario solicitar a la Administración Local del Agua - llave.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo es la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani, según categoría 1 DS. N° 004-2017-MINAM?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental del agua según categoría 1 DS. N° 004-2017-MINAM?
- ¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju de acuerdo a los estándares de calidad ambiental del agua según categoría 1 DS. N° 004-2017-MINAM?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONALES

Ledesma (2019), en su estudio pretende comprender, ampliar y publicar información sobre el conocimiento de la química del agua desde algunos de los principales problemas o síntomas de la comunidad de San Joaquín Querétaro, incluyendo hasta algunas de sus propiedades físicas. Establecer una conexión con el entorno natural en el que se

encuentra. Se tomaron muestras de 16 pozos en el área mencionada anteriormente. Se realizaron mediciones de altura y área de características individuales y su flujo durante dos períodos de prueba. Los parámetros analizados fueron alcalinidad total, pH, sólidos disueltos totales y potencial redox. Estos análisis fueron suficientes para el conocimiento químico del agua local y su relación con el ambiente de arena o grava donde se ubica cada uno de los choques analizados.

Cortez (2019), en su investigación "Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida La Encrucijada, Chiapas, México", Para lograr este objetivo, los autores emplearon una metodología cuantitativa basada en una técnica de entrevista, dirigida a 105 personas de las comunidades estudiadas. Esta investigación reveló que en al menos siete comunidades, el agua embotellada se ha convertido en la principal fuente de consumo de agua. Además de los 29 pozos artesianos evaluados, 18 han superado el límite legal para NO₃ (más de 10 mg/L) y uno para NO₂ (más de 0.05 mg/L).

Vargas et al. (2020), en su investigación titulada: "Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del Río Tuxcacuesco, Jalisco, México", que tiene como objetivo general determinar la calidad de los ecosistemas acuáticos de dos cuencas tributarias (Tonaya y Apulco) del Río Tuxcacuesco, que se encuentran en el Estado de Jalisco, México. Resaltando que estos esfuerzos permitieron al autor determinar que el caudal y la conductividad eléctrica son las variables ambientales que tienen mayor relación con el ordenamiento de las familias de macroinvertebrados encontradas, así como determinar que el estado ecológico de las riberas de las dos cuencas tributarias es insuficiente y que el contenido de nitrógeno en las aguas supera los estándares permisibles para uso potable.

Zúñiga (2018), manifiesta que la evaluación de la calidad del agua potable en el área de Antofagasta en el 2007 a 2016. Específicamente, el suministro de agua de drenaje. El

resultado obtenido son los parámetros orgánicos (olor, sabor, color), que es famoso por su percepción del consumidor, mientras que la calidad del agua potable en antofagasta es la cantidad de violación durante el período de investigación. revelamos que muestra un defecto a las condiciones de salud de los ciudadanos.

1.2.2. NACIONAL

Torres (2019), en su investigación es comparar los resultados obtenidos con las leyes y observar la fuente de Totomo en la región de Soyo durante el período de junio a septiembre de 2019 de Pérez Díaz, (2021). La calidad del agua para los seres humanos Para salvaguardar su seguridad, evitar las causas de los problemas de salud y fomentar y preservar la salud y el bienestar de la población, se establecen normas generales para la administración de la calidad del agua potable. La degradación ambiental puede evitarse mediante la promoción y valoración adecuadas de estos servicios, especialmente en épocas de mayor presión regional y de crecimiento demográfico.

Perez (2021), en su tesis titulada “Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el Valle de Vítor, Arequipa durante los meses de agosto-octubre del 2019”, su objetivo principal es analizar la calidad microbiológica del agua para consumo humano, dijo Vítor Valle utilizando NMP coli, coliformes fecales, *Escherichia coli*. El método adoptado por el autor es realizar 6 rondas cada 15 días y tomar muestras de agua para consumo en 10 localidades de la planta de tratamiento, se puede concluir que los resultados obtenidos no se corresponden con los parámetros físico-químicos en comparación con los valores determinado por la OMS y estándares de calidad del agua para consumo humano por el Ministerio de Salud.

Challco (2023), en su investigación se enfocó en evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua para consumo humano del manantial Marampampa Distrito de Ocobamba Cusco en 2023, según los estándares de calidad ambiental para agua de la subcategoría A1. Los resultados de su investigación indican que el agua del manantial

Marampampa tiene una calidad óptima de acuerdo a los estándares de calidad ambiental para agua de la subcategoría A1.

Rumay (2020), en su investigación actual, cuyo objetivo es evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de los manantiales Pauco 1 y 2, ubicados en el distrito Utco, provincia de Celendín. es a través de análisis de laboratorio, lo que nos permite sistematizar los datos y compararlos con los estándares de calidad ambiental (ECA). Se determinó que los hallazgos de la evaluación de la calidad microbiológica de los manantiales Pauco 1 y Pauco 2 cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental en cuanto a la calidad fisicoquímica. En conclusión, las aguas mencionadas no son adecuadas para el consumo humano.

1.2.3. LOCALES

Mestas (2021), determina que la evaluación de la calidad del agua, análisis de valores físicos y químicos, mediante comparación de 2 indicadores y método de estadística descriptiva, recopiló datos en forma de tablas y gráficos, se llegó a esta conclusión mediante el análisis de los parámetros químicos del agua. En el pozo se encontraron los siguientes valores: pH 7.185, dureza total CaCO_3 94.95 mg/L, alcalinidad total CaCO_3 76.7 mg/L, sólidos disueltos totales 231.25 mg/L, cloruro 23.05 mg/L, sulfato SO_4 16.1 mg/L Litros para parámetros físicos, color (0)pt/co, turbidez 1.58 UNT, conductividad 253.6 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), temperatura 13.1°C, los resultados muestran que el 91.67 % coincide con los valores ambientales del agua prescrita. Las normas de calidad, Decisión Suprema N° 2017-004-MINAM, han analizado los valores en el rango de algunos parámetros y son aptos para uso humano luego de una cloración regular.

Mamani (2020), determina que la temperatura, los sólidos totales y la conductividad eléctrica del manantial Aladino, así como el pH, el oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno. La temperatura fue de 17.02 °C, el sólido total disuelto (492 mg/l), la conductividad eléctrica fue de 1304 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el potencial de hidrógeno fue de 7.64

unidades de pH y la demanda bioquímica de oxígeno fue de 4.9 mg/l. Estos resultados se compararon con los estándares de calidad ambiental para el agua. Sin embargo, los niveles de oxígeno disuelto (3.1 mg/L) superaron los estándares de calidad del agua.

Chahuares (2022), manifiesta que en su estudio determinó la concentración de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua para consumo humano de pozos ubicados en las comunidades de Quipata - Totorpujo, Jjaquejhuata, Plaza de Armas y Estadio Platería. Considerando los 4 puntos para el muestreo según el protocolo de muestreo de agua y su envío al laboratorio, para estos 43 parámetros se analizaron 38 físico-químicos y 5 microbiológicos, los resultados correspondientes a las normas de calidad ambiental del ECA - DS N° 004. -2017 comparado - MINAM cumple solo 1 parámetro físico-químico y ninguno de los microbiológicos.

Cajia (2021), Evaluó que los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de los manantiales Huayllani y Occororo Pujo de acuerdo con las normas de calidad ambiental del agua potable, confirmando así si el agua utilizada está o no en las normas de calidad ambiental del agua Resolución No. 004 2016 -Manama . Los resultados promedio obtenidos muestran que el agua de los pozos de Huayllani y Occororo Pujo es apta para el consumo en sus áreas de monitoreo 4 en las Normas Ambientales de Calidad del Agua (ECA), decisión N°004-2017-MINAM.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en los manantiales Titin Phuju y Q´uispe Phuju para consumo humano, según el DS. N° 004-2017-MINAM del Centro poblado de Huarahuarani de la Provincia de El Collao 2024.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani "Según DS N° 004-2017-MINAM."
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani de acuerdo a los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. EL AGUA

El agua es fundamental para casi todos los aspectos de la vida diaria y el desarrollo económico. Para garantizar que el agua sea segura para el consumo humano y otros usos, es crucial monitorear diversos parámetros, ya que puede existir la presencia de bacterias coliformes, lo que indica posible contaminación fecal, así como la presencia de patógenos, entre otros contaminantes. Por ello, es importante que el agua esté dentro de los límites permitidos; se realizan pruebas periódicas y se implementan sistemas de tratamiento y purificación adecuados. La gestión adecuada del suministro de agua, junto con la monitorización constante, es esencial para proteger la salud pública y asegurar que el agua siga siendo segura para el consumo y otros usos. Además, las regulaciones y normativas específicas para el agua potable varían según el país, pero todas buscan garantizar que el agua cumpla con los estándares de seguridad y calidad Mamani, (2020).

De hecho, no existe agua pura en estado líquido en la naturaleza. La llamada agua es en realidad una solución de diversas sales. Cuando bebes agua, experimentarás diferentes sabores debido a las sales disueltas, dependiendo de lo que se disuelva. En la naturaleza, encontramos agua en tres estados: sólido (en el hielo de los polos de la Tierra), líquido (en ríos, manantiales y océanos) y vapor de agua (gaseoso en la

atmósfera). De estos tres estados, sólo el hielo y el vapor de agua pueden considerarse agua químicamente pura. En estado líquido, la llamada agua es en realidad una variedad de soluciones naturales, que van desde 0,2 gramos de sales en agua de manantial de montaña hasta 35 gramos de sales en agua de mar y más de 45 gramos de salmuera, con concentraciones de sal que oscilan entre 3 y 25 gramos por litro de agua Felix Bustinza, (2020).

Tabla 01: Cantidades estimadas de agua en la Tierra

Agua	Volumen (km3)	% Agua Total	% Agua Dulce
Océanos	1.338.000.000	96,5	-
Agua Subterránea Dulce	10.530.000	0,76	30,1
Agua Subterránea Salada	12.870.000	0,93	-
Humedad de Suelo	16.5	0,0012	0,05
Hielo Polar	24.023.500	1,7	68,6
Hielo no polar y nieve	340.6	0,025	1,0
Lagos Dulces	91	0,007	0,26
Lagos Salinos	85.4	0,006	-
Pantanos	11.47	0,0008	0,03
Ríos	2.12	0,0002	0,006
Agua Biológica	1.12	0,0001	0,003
Agua Atmosférica	12.9	0,001	0,04
Agua Total	1.385.984.610	100	-
Agua Dulce	35.029.210	2,5	100

Fuente: Gerónimo Mamani, (2022).

La dinámica del agua se denomina "ciclo del agua", que cambia constantemente de líquido a vapor atmosférico y de regreso a la superficie en forma de precipitación. Los organismos, especialmente los humanos, influyen significativamente en este ciclo, introduciendo cambios, sumando y restando. La cantidad de líquido aumenta en diferentes puntos del sistema, desde pequeños cambios relacionados con la actividad biológica y las necesidades humanas hasta intervenciones más profundas relacionadas con la agricultura, la industria y las necesidades energéticas. Nuestras acciones dejan una huella en los ciclos, el carácter y las propiedades del agua. Este proceso de revisión en curso obliga a una reevaluación de conceptos fundamentales y resalta la necesidad de una gestión cuidadosa para proteger la integridad y sostenibilidad de este importante recurso hídrico Leiva Zavala, (2024).

2.1.2. IMPORTANCIA DEL AGUA

La vida no existiría sin agua, ya que las plantas y los cultivos se alimentan de los minerales del suelo, que deben disolverse para poder ser absorbidos. A través de sus raíces, las plantas absorben el agua que contiene minerales disueltos y la transforman en nutrientes por medio de la fotosíntesis. Debido a que la carne, las verduras, las frutas y la leche contienen cantidades significativas de agua, la vida animal tampoco existiría. Uno de los elementos fundamentales de los seres vivos es el agua. Como resultado, alrededor del 70% del peso corporal de un bebé es agua; en adultos jóvenes, esta cantidad aumenta al 60% y en adultos mayores al 50% Marín Villanueva, (2019).

Cruz Quin (2021), indica que todos creemos que el agua siempre estará ahí para nosotros cuando la necesitemos. También sabemos que el agua es esencial para mantener la salud humana, la existencia de los animales y la salud de las plantas; sin ella, ningún ser vivo existiría. El agua es un componente muy importante de la riqueza de todas las naciones porque se utiliza en:

- La agricultura.

- La generación de energía eléctrica.
- La industria y la minería.
- El transporte de maderas, como transporte fluvial dentro de los ríos.
- En el aseo, alimentación y otros.
- Como consumo humano.
- En la crianza pecuaria.
- La ganadería.

2.1.3. CALIDAD DE AGUA

La salud humana se ve directamente afectada por la calidad del agua, una situación que empeora con el aumento de la demanda. El agua potable es esencial para la supervivencia, la salud y una existencia productiva. La cantidad de agua suministrada no es el único factor que afecta la salud humana Huarachi Cruz, (2021).

Los factores ambientales y humanos tienen un impacto en la calidad del agua que es relativo y depende de diversos elementos. La seguridad del agua no se define de manera absoluta, sino que está condicionada por varios criterios específicos, como el uso o los componentes del agua y la forma del recipiente. El uso del agua para la alimentación, el riego, el transporte de mercancías, la protección de los ecosistemas, el soporte vital de los peces y las características funcionales generales varían en los sistemas de clasificación. Los estándares establecidos por el uso o aprovechamiento de la fuente hídrica en una región determinan la calidad del agua Rumay, (2020)

Chata Mamani, (2024) indica que, de igual manera, es crucial para la salud del ser humano y para la calidad de vida de una comunidad poseer fuentes de abastecimiento limpias y confiables que satisfagan las necesidades de consumo. Además, en cuanto a la higiene personal, hay algunos criterios que deben considerarse, como la confianza en el abastecimiento, su cantidad y calidad. Debido a que este líquido es esencial para el

bienestar humano y social, debe cumplir con niveles de potabilidad, los cuales pueden considerarse en:

- **Condiciones físicas:** Tienen que ser transparentes, claras, insípidas, que son manifestaciones generales que se buscan.
- **Condiciones químicas:** Este tiene que tener una disolución adecuada del jabón sin crear grumos, ya que las legumbres tienen que ser adecuadas.
- **Condiciones biológicas:** Tienen que ser accesibles y fuera de los organismos patógenos, es decir deben poseer una cantidad determinada de O₂ con una temperatura T la cual altere más del 5°C del medio, el pH no puede estar por debajo de 6 ni más de 8.

2.1.4. ECA

Es una herramienta de gestión ambiental creada para evaluar la calidad del medio ambiente dentro del país. El ECA determina los niveles de concentración de sustancias o elementos en el medio ambiente que no suponen un riesgo para la salud humana ni para el medio ambiente. El ECA del agua regula 104 parámetros, incluidos elementos microbiológicos y fisicoquímicos Huarachi Cruz, (2021).

Los estándares de calidad del agua son normas específicas que determinan las concentraciones permitidas de diversas sustancias y parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos en el agua. Estos estándares aseguran que el agua utilizada para consumo humano, riego, recreación y otros usos no posea niveles de contaminantes que puedan ser perjudiciales. Deben ser cumplidos por todos los instrumentos de gestión ambiental, lo que incluye regulaciones, políticas y prácticas de monitoreo, para proteger tanto a las personas como al medio ambiente Chahuares, (2022).

Los ECA son indicadores de calidad ambiental que miden la concentración de sustancias, elementos u otros materiales en el aire, el agua o el suelo. El propósito consiste en

establecer objetivos que muestran cómo la salud humana y el medio ambiente podrían verse significativamente afectados Alania Arce, (2023).

2.1.5. CONTAMINACIÓN DE AGUA

Las propiedades del agua pueden verse alteradas por la introducción de materiales o formas de energía que, directa o indirectamente, degradan sus características esenciales para su futuro uso o función ecológica. Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, el término "contaminantes del agua" incluye cualquier organismo vivo, mineral o concentraciones de compuestos químicos que impiden el uso eficiente del agua. La contaminación del agua se refiere a la introducción de sustancias o agentes contaminantes en cuerpos de agua (como ríos, lagos, océanos y acuíferos) que alteran su calidad y la hacen perjudicial para la salud humana, los ecosistemas acuáticos y el medio ambiente en general. Este fenómeno puede tener serias repercusiones tanto para la vida acuática como para los seres humanos *Chullo, (2021)*.

La contaminación se debe a la presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas en aglomeraciones, lo que afecta la calidad y composición del agua. Este deterioro de la calidad del agua por la contaminación es una de las causas más graves en el país; la contaminación industrial, agroquímica y minera afecta negativamente la salud de humanos, vegetales y animales, dado que los factores ambientales contribuyen a la carga global de enfermedades que afectan a una población determinada Blanco Coaquira, (2018).

El Organismo Mundial de la Salud define la calidad del agua como el estado en el que se puede encontrar este elemento naturalmente, mostrando sus rasgos químicos, físicos y biológicos Chata Mamani, (2024).

2.1.6. CONTAMINACIÓN QUÍMICA

La contaminación del agua causada por sustancias químicas es, efectivamente, un problema grave y generalizado en todo el continente americano. Las sustancias químicas

capaces de contaminar y destruir cursos de agua y fuentes de agua provienen de diversas fuentes y pueden tener efectos significativos en el medio ambiente, la salud pública y los ecosistemas acuáticos Chalco, (2023).

Existen dos tipos de contaminación química. El primero es la contaminación inorgánica, que se encuentra mayoritariamente en fertilizantes y productos que contienen nitratos; el segundo es la contaminación orgánica, que es causada por violaciones a los derechos humanos y animales, así como por el uso de productos químicos en actividades industriales, como la pintura Paredes Livisi, (2023).

2.1.7. INDICADORES FISICOQUÍMICOS DEL AGUA

a) Temperatura

La temperatura tiene la capacidad de influir en una variedad de parámetros, incluidos los cambios químicos y bioquímicos, el crecimiento de organismos y la calidad del agua. Estos factores no solo afectan la calidad del agua, sino también la salud de los ecosistemas acuáticos y el uso humano del agua. Implementar medidas efectivas para controlar estos procesos es crucial para proteger nuestros recursos hídricos y mantener la salud pública y ambiental. La caracterización de las masas de agua naturales está fuertemente influenciada por la temperatura, la cual afecta la química del agua, incluida la saturación y concentración de gases disueltos, especialmente el oxígeno *Huallpa, (2024)*. Es importante tener en cuenta que la temperatura tiene un impacto significativo en la capacidad del agua para retener oxígeno. La solubilidad de los gases en el agua también se ve influenciada por la temperatura, y un aumento de esta puede provocar una disminución de la solubilidad, particularmente en el caso de la demanda de oxígeno disuelto (DO). Este fenómeno produce dos consecuencias notables: en primer lugar, se reduce la cantidad de oxígeno en el agua; en segundo lugar, se aumenta la velocidad de consumo de oxígeno. Ambos aspectos son cruciales para la salud del ecosistema

acuático y enfatizan la importancia de monitorear y mantener niveles de temperatura apropiados para preservar la calidad del agua y la vida acuática Leiva Zavala, (2024).

Es necesario medir la temperatura como un indicador de la presencia de compuestos y contaminantes en el agua, dado que las temperaturas elevadas son indicadores de actividad química, física y biológica, así como en la evaluación inmunológica de un cuerpo de agua. Este aumento de temperatura también puede provocar cambios en las especies de peces presentes en un cuerpo de agua superficial Siguiro Mamani, (2017).

b) Potencial de Hidrógeno (pH)

El potencial de hidrógeno (pH) de un cuerpo de agua es una medida de su tendencia a la acidez o alcalinidad. Los resultados de la medición del pH nos indicarán si el agua es ácida o alcalina. Un pH bajo puede aumentar la movilidad de contaminantes, afectar la salud de las especies acuáticas y alterar la estructura y funcionalidad de los ecosistemas. Es fundamental monitorear y gestionar el pH del agua para proteger la salud de los ecosistemas y garantizar la calidad del agua. Un pH ácido puede aumentar la solubilidad de metales pesados como plomo, mercurio y cadmio. Estos metales pueden estar presentes en forma de sales solubles a pH ácido, lo que facilita su movimiento en el agua y su bioacumulación en organismos acuáticos Mestas, (2020).

La escala de potencial de hidrógeno, o pH, es una escala de medición muy importante que mide la cantidad de iones de hidrógeno en el agua y determina el valor de acidez o alcalinidad en una solución acuosa. La escala de pH suele oscilar entre 0 y 14. Si el valor es inferior a 7, indica un medio ácido; si es superior a 7, indica un medio alcalino Marca Añasco, (2023).

c) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

El parámetro conocido como demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se utiliza para determinar la cantidad de oxígeno disuelto en el agua que es consumido por microorganismos durante un período de incubación de 5 días a 20 °C. Este consumo de

oxígeno se emplea para estimar la cantidad de materia orgánica biodegradable presente en el agua Mamani, (2020).

- Aguas muy puras con DBO5 de 3 ppm de oxígeno.
- La pureza intermedia de DBO5 es de 3-5 ppm de oxígeno.
- La DBO5 en el agua supera los 8 ppm de oxígeno.

El consumo de oxígeno en relación con la degradación de materia orgánica, como el agua, en diversos procesos biológicos se enfoca en una frecuencia mayor de 5 días (DBO5), aunque también se utiliza con frecuencia menor de 21 días (DBO21). El consumo de O₂ se mide en partes por millón (ppm). Si el contenido de oxígeno en el agua subterránea es inferior a 1 ppm, un contenido más alto indica una descarga subterránea de contaminación. La superficie de esta variable depende del nivel de contaminación del agua. El contenido de agua residual de fuentes domésticas puede oscilar entre 100 y 350 partes por millón, pero puede alcanzar miles de partes por millón en fuentes de agua industriales, como la producción de etanol y la industria alimentaria Tarapa Poma, (2023).

d) Conductividad Eléctrica

Utilizada para estimar la salinidad general del agua, la conductividad es una medida de la capacidad de una solución para conducir una corriente eléctrica; esta aumenta al incrementar la concentración de iones. A medida que aumentan los sólidos disueltos totales (TDS) y la salinidad, también lo hace la conductividad. La temperatura impacta en su medición, que suele realizarse en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). La conductividad del agua aumenta a temperaturas más altas. Además, los valores de conductividad suelen incrementarse con la contaminación de los sistemas de aguas superficiales. La alcalinidad está estrechamente relacionada con la concentración de carbonato cálcico en nuestro país *Huaccha, (2021)*.

La conductividad mide la capacidad del agua para transferir corriente eléctrica y sirve para estimar la cantidad de constituyentes iónicos. Sus unidades se miden en ohmios, y

la conductividad indica la presencia de sales en el agua; el agua de baja conductividad no contiene ninguna Marca Añasco, (2023).

e) Oxígeno Disuelto

La respiración de los microorganismos aeróbicos depende de la cantidad de oxígeno disuelto, al igual que en otras formas de vida similares. Factores como la pureza del agua, la temperatura, la presión parcial del gas en la atmósfera y la solubilidad del gas influyen en este proceso. El oxígeno gaseoso se descompone en el agua a través de varios ciclos, incluida la diseminación y la oxigenación, que se ven afectadas por diversos factores, como la interacción del agua con su entorno físico, la agitación causada por rocas y restos flotantes, y las condiciones ambientales. La evaluación in situ de la oxigenación es crucial para comprender el equilibrio entre la adición y el consumo de oxígeno en un cuerpo de agua, así como para asegurar la salud y sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos Quispe, (2023).

Uno de los métricos más importantes de la calidad del agua es la concentración de oxígeno disuelto (DO). La evaluación del oxígeno gaseoso se realiza con frecuencia. Esto ocurre por múltiples causas, como la diseminación entre el medio y el agua, o la oxigenación debido al movimiento del agua sobre las rocas y otros restos flotantes Alcca Chahuares, (2023).

Tabla 02: Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias.

ecosistémicas frecuentes.

(OD) mg/L	Condición	Consecuencia
0	Anoxia	Muerte abundante de individuo aeróbico acuático.
0-5	Hipoxia	Desvanecido de los organismos y especies perceptibles acuáticas.
5-8	Aceptable	(OD) idóneo para una gran mayoría de la vida de las especies de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	(OD) adecuado para la gran mayoría de la vida de las especies de peces y otros organismos de vida acuática.
> 12	Sobresaturada	Sistemas en una producción fotosintética

Fuente: Calizaya Jilaja, (2022)

f) Sólidos totales y disueltos

Después de que la muestra se haya secado en condiciones particulares y se haya evaporado, las sustancias que quedan después de la filtración se conocen como sólidos disueltos totales (TDS). Para obtener un peso constante, se seca una parte de la muestra prefiltrada a 180 °C. La temperatura a la que el agua se cristaliza se puede calcular mediante la diferencia entre la materia seca total y la materia seca total en suspensión Rumay, (2020b).

Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden todas las formas de sales inorgánicas, particularmente todas las formas de calcio, magnesio, potasio y sodio, así como bicarbonato, cloro y azufre. También incluyen pequeñas cantidades de materia orgánica disuelta en agua. El TDS que se encuentra en el agua proviene de fuentes naturales,

aguas residuales, drenajes pluviales urbanos y efluentes industriales. Los indicadores comunes de la calidad del agua se denominan SDT Alca Chahuares, (2023).

2.1.8. ALCALINIDAD

La alcalinidad permite que un cuerpo de agua resista la presencia de ácidos débiles, lo que resulta en un valor de pH equilibrado que se mantiene dentro de los rangos establecidos, es decir, entre 4.5 y 8.3, para evitar la acumulación de ácidos débiles. La presencia de carbonatos, bicarbonatos, silicio, fósforo y boro aumentará el crecimiento de estas propiedades en los cuerpos de agua Gonzales Saenz et al.(2023).

La capacidad de una solución acuosa para neutralizar ácidos, reaccionar con iones de hidrógeno, aceptar protones o medir la cantidad total de sustancias alcalinas en la solución son algunos ejemplos de lo que constituye la alcalinidad. En la coagulación química, el ablandamiento, el control de corrosión y la evaluación de la capacidad tampón de un agua, es crucial determinar la alcalinidad total y las diferentes formas de alcalinidad Bautista Santos, (2016).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

MANANTIAL.- Para muchas poblaciones rurales, los manantiales son una fuente natural de agua donde el agua subterránea emerge a la superficie debido a la presión en el acuífero. El agua de manantial proviene de las montañas, y el agua de lluvia se filtra para formar "ojos de agua" a través de los cuales el agua puede fluir hacia la superficie. Generalmente, los manantiales están asociados a suelos altamente impermeables que evitan una mayor infiltración, permitiendo que el agua fluya hacia la superficie, donde puede aparecer como manantial termal cuando los flujos de agua subterránea se calientan por el contacto con rocas ígneas Llacua, (2022).

La principal fuente de agua en las zonas rurales son los manantiales, principalmente porque, en muchos casos, lo único que se necesita para que el agua sea segura para el consumo humano es desinfectarla. Esto reduce la necesidad de realizar inversiones

significativas en tratamientos más avanzados. Sin embargo, es importante señalar que descuidar el mantenimiento podría generar deficiencias en la calidad del agua proveniente de estos manantiales Huaquisto Ramos, (2024).

AGUA POTABLE.- En muchas regiones, el agua potable se trata y se filtra para cumplir con estos estándares, asegurando que sea segura para beber y utilizar en la preparación de alimentos, y que no presente un peligro significativo para la salud. También se le conoce como agua de consumo inocua. Es apta para todos los usos domésticos comunes, incluyendo la higiene personal *Rizo, Ramírez, (2022)*.

El agua potable se compone de elementos químicos, físicos y microbiológicos que garantizan la concentración ideal para el consumo humano Condori quispe, (2023).

La calidad del agua potable varía de un lugar a otro, dependiendo del estado de la fuente hídrica y del tratamiento que recibe. Para que sea considerada agua potable, debe ser limpia, pulcra, inodora, insípida y libre de partículas que la turben; además, debe contener minerales como sodio, yodo y cloro, en cantidades adecuadas. No debe causar ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume a lo largo de la vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar un mayor riesgo de contraer enfermedades causadas por el agua, como los niños de corta edad, los individuos debilitados o que viven en condiciones antihigiénicas, y las personas de la tercera edad Trigos Rondon, (2017).

FACTORES FÍSICO QUÍMICOS.- Debido a que cada parámetro fisicoquímico está estrechamente relacionado con la calidad del agua, los factores físico-químicos en el ambiente son insignificantes en presencia de bacterias coliformes; este asunto es controvertido. Los parámetros fisicoquímicos, como la temperatura, pueden tener un impacto significativo en las concentraciones de oxígeno en ambientes lóticos, es decir, en corrientes de agua en movimiento, como ríos y arroyos De La Cruz Mallqui & Rojas Vallejo, (2022).

La evaluación del medio acuático, el ecosistema, la hidroquímica, la ecología y la restauración de la calidad del agua se basa en el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos en los recursos hídricos. Últimamente, se han realizado estudios utilizando técnicas estadísticas multivariadas para evaluar la variación a nivel estatal en la calidad del agua superficial durante varios períodos de tiempo, analizando parámetros de calidad del agua, propiedades físicas y químicas, y toxicidad de los ríos. Dado que la calidad del agua varía con el tiempo, se requieren datos actualizados para determinar el estado actual en el que se encuentran los cuerpos de agua Alania Arce, (2023).

FACTORES MICROBIOLÓGICOS.- Estos son aspectos y/o criterios que se consideran cuidadosamente en el monitoreo de la calidad del agua y en las evaluaciones estandarizadas. Para asegurar la seguridad del agua, prevenir o disminuir los riesgos potenciales para la salud, y proteger y promover la calidad de vida de los consumidores, los gobiernos y la sociedad civil en Perú han permitido su uso (Llacua, s. f.).

El agua no tratada puede provocar enfermedades graves relacionadas con el sistema digestivo e incluso con el sistema inmunológico, provocadas por el consumo involuntario de productos y/o desechos contaminantes. Estas enfermedades alteran significativamente el organismo, haciendo que la persona afectada sea más susceptible a nuevas infecciones (División General de Salud Ambiental) División General de Salud Ambiental. Huaquisto Ramos, (2024).

Se analizan las aguas destinadas al consumo humano como indicadores de contaminantes microbianos y/o microorganismos patógenos humanos Morales Travezaño, (2022).

AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO.- Toda el agua se utiliza para fines vitales, incluida la higiene personal. El agua segura y accesible es importante para la salud pública, ya sea para beber, para uso doméstico, para la producción de alimentos o con fines recreativos (Mejicanos & Alberto, s. f.).

Se refiere a un conjunto de acciones técnicas, administrativas y operativas con el objetivo de asegurar que la calidad del agua de la población cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente Mamani Condori, (2024).

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA.- Es la evaluación completa de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua en comparación con la calidad natural, principalmente aquellas que pueden afectar la salud humana y los cuerpos de agua Chahuares, (2022).

Es el procedimiento que permite medir la calidad del agua para realizar el seguimiento de la exposición a contaminantes, así como el control de las fuentes de contaminación. En su condición de cuerpo receptor, se evalúa el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua que no presentan riesgos significativos para la salud humana o ambiental Carhuasuica Pumacahua y Gonzales Mamani, (2022).

2.3. MARCO NORMATIVO

- Ley General del Ambiente Ley N°28611, de fecha 15.10.2005.
- Ley de Recursos Hídricos Ley N°29338 de fecha 30.03.2009 y su Reglamento Aprobado por Decreto Supremo N°01-2010-AG, de fecha 23.03.2010.
- Decreto Supremo N°006-2010-AG, de fecha 08.07.2010, Reglamento De Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- Decreto Supremo N°023-2009-MINAM, de fecha 19.12.2009, Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- Decreto Supremo N°015-2015-MINAM, de fecha 19.12.2016 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- Decreto Supremo N°004-2015-PRODUCE, de fecha 23.02.2015, Reglamento de Organizaciones y Funciones del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

- Resolución Jefatural N°202-2010-ANA de fecha 22.03.2010, que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino - costeros.
- Resolución Jefatural N°010-2016 de fecha 11.01.2016 Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- La calidad fisicoquímica y microbiológica de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani no es apta para consumo humano según DS N° 004-2017-MINAM, de la Provincia de El Collao 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los parámetros fisicoquímicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.
- Los parámetros microbiológicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área de investigación se encuentra en el Centro Poblado de Huarahuarani en el Distrito de Ilave, Provincia de El Collao, departamento de Puno. Situado en el Altiplano, a una altura de 4,139 metros sobre el nivel del mar, tiene las coordenadas UTM Norte 8198266 y Este 413143. Es importante destacar que en la zona se dedican a la crianza de animales; por lo tanto, el manantial es principalmente utilizado para el consumo humano y para la bebida de los animales, lo que proporciona sustento a las familias.

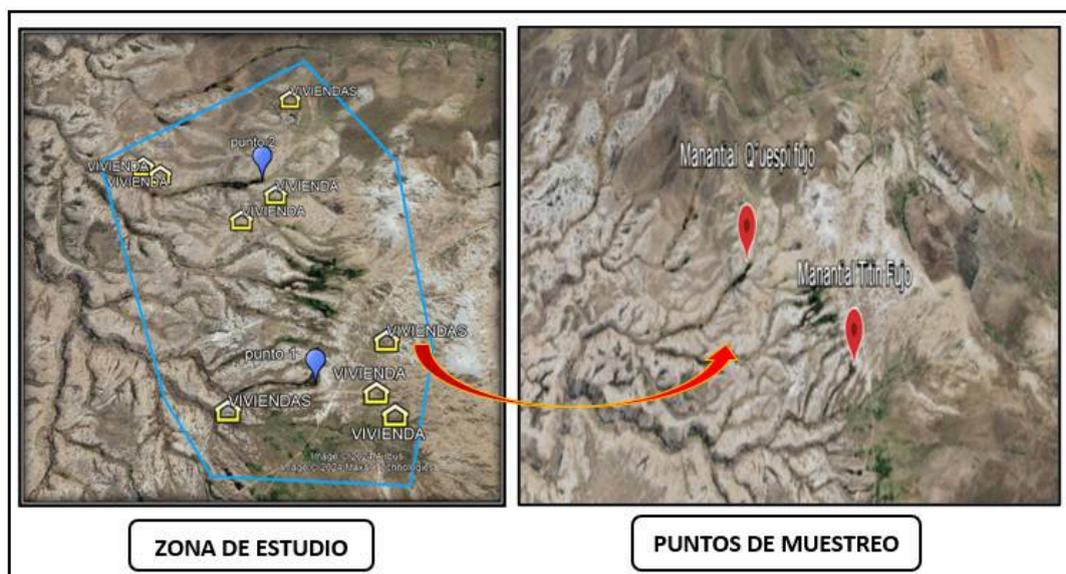


Figura 01: Ubicación de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju - Centro Poblado de Huarahuarani.

Fuente: Google Earth Pro

3.1.1. PUNTO DE MUESTREO

El punto de muestreo se encuentra ubicado en el sector de Faruyo en el Centro Poblado de Huarahuarani del Distrito de Ilave, Provincia de El Collao en el departamento de Puno.

Tabla 03. Coordenadas de puntos de monitoreo.

PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS UTM - 19 S	ALTITUD (msnm)
Manantial Titin Fhujo	N: 8198266; E: 413143	4139
Manantial Q'uespi Fhujo	N: 8200020; E: 412450	4110

Fuente: Elaboración propia.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Los manantiales Titin Phuju y Q'uespi Phuju en el Centro Poblado de Huarahuarani en el Distrito de Ilave, Provincia de El Collao, departamento de Puno, son los principales agentes de estudio para la población de la investigación.

3.2.2. MUESTRA

En el presente estudio se tomará 04 muestras de agua: 02 muestras del manantial Titin Phuju y 02 muestras del manantial Q'uespi Phuju. El procedimiento para la realización de la toma de muestras de agua de estos dos manantiales Titin Phuju y Q'uespi Phuju. Se realiza de acuerdo a lo mencionado en las condiciones adicionales del DS-004-2017-MINAM, donde se indica que el monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los recursos pluviales. Decisión. N° 2016-010-ANA. (Minam, 2016, p. 12) aprobado por la gestión nacional del agua; Y según este documento, las muestras de agua tomadas en los lugares indicados en las áreas de muestreo (Tabla 01) están ubicadas correctamente.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. TIPO DE ESTUDIO

El estudio del proyecto es descriptivo y se centra en la calidad del agua en manantiales, utilizando un enfoque no experimental que permite una evaluación objetiva y detallada sin alterar el entorno natural. Asimismo, el estudio tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo (mixto), ya que se realizó la recolección de datos basada en la medición numérica, así como la recolección de datos para la interpretación de los resultados.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

La presente investigación es no experimental y el diseño de investigación es descriptivo.

Tabla 04. Identificación de variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente "PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS"	Parámetros Físicos-Químicos	Color
		Turbiedad
		Conductividad
		Temperatura
		pH
	Parámetros Microbiológicos	Dureza total
		Alcalinidad
		TDS
		Cloruros
		Sulfatos
Variable Dependiente "CALIDAD DEL AGUA"	Calidad del Agua	Buena "ECA"
		Regular Mala

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

La presente investigación es no experimental y el diseño de investigación es descriptivo.

A continuación, se describen los procedimientos que ha implementado según los objetivos específicos planteados:

Procedimiento para la toma de agua

Para la toma de muestras fisicoquímicas: se llevará a cabo la recolección en campo utilizando un termómetro de mercurio Dophin. Dado que el manantial es un cuerpo de agua superficial fácilmente accesible, se situará en el punto medio de la corriente, evitando aguas estancadas.

- Se debe retirar la tapa de un recipiente sin tocar la superficie interna del frasco; si se hace de manera involuntaria, se debe desechar el recipiente.
- Para eliminar cualquier sustancia presente en el interior del frasco que pueda afectar los resultados, se deben enjuagar los frascos al menos tres veces.
- Estas muestras no necesitan ser llenadas al 100%; después, se tomará el recipiente por debajo del cuello y se colocará en dirección opuesta al flujo de agua.
- Cerrar el frasco para evitar acumular suciedad.

Procedimiento para la toma de muestras Microbiológicas

Para la toma de muestras microbiológicas: Con la excepción de la demanda bioquímica de oxígeno, se considerarán los mismos factores que las muestras físicas, tales como el pH y el oxígeno disuelto.

- Para evitar que los contaminantes presentes en el aire ingresen, los frascos deben destaparse lo antes posible.
- Se emplearán frascos de plástico de boca ancha de un litro como muestra para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).
- Para evitar que los resultados se vean alterados por procesos de oxidación, debe llenar el frasco por completo (sin burbujas de aire) y cerrarlo de inmediato. La

muestra debe mantenerse en un refrigerador plástico a una temperatura de alrededor de 4 °C (no debe congelarse).

- No recolectar suciedad en todo momento.

Rotulado y etiquetado

El nombre del solicitante, el código del punto de muestreo, el tipo de cuerpo de agua, la fecha y hora del muestreo, el nombre del responsable de la toma de la muestra y el tipo de análisis necesario se etiquetaron en los recipientes después del monitoreo.

Para obtener un resultado confiable en el menor tiempo posible, es decir, dentro de las 24 horas desde la hora del muestreo, las muestras recolectadas serán enviadas en coolers a 4 °C.

Análisis de muestras

Los laboratorios realizan el análisis de muestras.

Reconocimiento e identificación del lugar de estudio

En una visita para observar y verificar posibles fuentes de contaminación naturales y antrópicas que puedan representar un riesgo para el manantial, se identificarán los puntos de muestreo para ubicarlos de manera precisa en muestreos futuros. El Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que está registrado en el sistema UTM y sigue el estándar geodésico WGS84, se utilizará.

Se registran puntos de referencia para que puedan ubicar rápidamente el punto de vigilancia utilizando el formato de vigilancia de punto de vigilancia.

El muestreo se llevará a cabo con los elementos de protección personal básicos necesarios, así como un poncho para lluvia en caso de eventos meteorológicos, GPS.

Toma de muestras

Para este estudio, se tomaron muestras en dos puntos de la fuente de agua de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju para determinar la calidad del agua.

- Manantial Titin Phuju (punto 1 - MTF 01).

- Manantial Q'uespi Phuju (punto 2 - MQF 02).

Las muestras en campo se realizan teniendo en cuenta la seguridad del trabajo de campo y las precauciones adecuadas para evitar la contaminación. Antes de comenzar con la recolección de muestras y la manipulación de recipientes, se colocarán guantes, mascarilla y lentes de uso común.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES TITIN PHUJU Y Q'UISPE PHUJU DEL CENTRO POBLADO DE HUARAHUARANI "SEGÚN DS N° 004-2017-MINAM."

Después de realizar una e

Parámetro	Unidad	Titin Phuju	Q'uispe Phuju	ECA Límites (según DS N° 004-2017-MINAM)
pH	unid.pH	6.80	7.30	6.5 - 8.5
Conductividad	uS/cm	39.00	30.30	1500.00
Cloruros	meq/L	0.42	1.13	250.00
Nitratos	meq/L	2.40	2.10	50.00
Cobre	mg/L	0.00	0.00	2.00
Hierro	mg/L	0.04	0.03	0.30
Zinc	mg/L	0.00	0.00	3.00
Calcio	meq/L	0.13	0.08	-
Magnesio	meq/L	0.07	0.05	-
Potasio	meq/L	0.08	0.06	-
Sodio	meq/L	0.25	0.26	-
Sulfatos	meq/L	0.45	0.45	-

Carbonatos	meq/L	0.00	0.00	-
Bicarbonatos	meq/L	0.04	0.08	-

De la tabla de resultados, podemos interpretar cada uno de los parámetros:

- **pH:** El pH de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju se encuentra dentro de los límites aceptables (6.5 - 8.5) según el DS N° 004-2017-MINAM. Un pH equilibrado en este rango es crucial, ya que afecta la disponibilidad y solubilidad de los componentes químicos del agua, así como la vida acuática. Según Vargas et al. (2020), un pH adecuado asegura la protección de los ecosistemas acuáticos y evita la corrosión de infraestructuras. Además, como señala Ledesma (2019), el mantenimiento de un pH neutro previene riesgos para la salud, como enfermedades gastrointestinales asociadas al consumo de agua con pH alterado.

- **Conductividad:**

La conductividad eléctrica, indicativa de la presencia de iones solubles, es considerablemente baja en ambos manantiales, lo cual sugiere una notable ausencia de contaminación inorgánica. Como menciona Cortez (2019), una baja conductividad se asocia con una calidad superior del agua. Esto refleja un ambiente con mínima intervención antropogénica o contaminación industrial, lo que resulta favorable tanto para el consumo humano como para la preservación de la biodiversidad acuática.

- **Cloruros:**

Los niveles de cloruros se encuentran muy por debajo del límite de 250 mg/L. Estas bajas concentraciones de cloruros indican la ausencia de influencias significativas de aguas residuales industriales o agrícolas. Como señala Challco (2023), las bajas concentraciones de cloruros se correlacionan con una mejor calidad del agua y un menor impacto humano.

- **Nitratos:**

El contenido de nitratos, aunque bajo, es un punto crítico para el monitoreo, ya que niveles elevados pueden ser indicativos de escorrentía agrícola. Según Torres (2019), mantener niveles controlados de nitratos es esencial para prevenir la eutrofización y la toxicidad en humanos, especialmente en niños, donde altos niveles pueden causar metahemoglobinemia o "síndrome del bebé azul".

- **Cobre:**

No se detectó cobre en ninguno de los manantiales, lo cual es un buen indicativo. El cobre puede ser tóxico en altas concentraciones, y su ausencia sugiere un bajo riesgo de toxicidad tanto para los consumidores como para la vida acuática. Esto respalda las afirmaciones de Mamani (2020) sobre la relación entre baja toxicidad metálica y alta calidad del agua.

- **Hierro:**

Los valores de hierro en ambos manantiales están considerablemente por debajo del límite establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de 0.3 mg/L, lo cual indica una buena calidad del agua en términos de contaminación por metales pesados. Según Mamani (2020), niveles bajos de hierro son deseables, ya que altas concentraciones pueden afectar negativamente la potabilidad del agua y tener un impacto adverso en la salud, como el desarrollo de condiciones como la hemocromatosis.

- **Zinc:**

La ausencia de zinc en ambos manantiales es un indicador positivo, ya que, aunque el zinc es un elemento esencial, en altas concentraciones puede ser tóxico. La normativa de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) permite hasta 3 mg/L, un margen que se mantiene ampliamente en ambos manantiales, corroborando su calidad para el consumo humano sin riesgos de toxicidad por zinc, según lo discutido por Challco (2023).valuación meticulosa y detallada de los parámetros fisicoquímicos del agua proveniente de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju, localizados en el Centro Poblado de

Huarahuarani, enmarca en el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, según lo estipulado en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, asegurando que el agua sea segura y potable para el consumo humano, podemos resumir los resultados obtenidos del análisis realizado a cada muestra:

Tabla 04: Parámetros Físicoquímicos manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju.



Figura 02: Comparación de parámetros Físicoquímicos con límites ECAS

En la figura 02 se muestra la comparación de los parámetros físicoquímicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju en relación con los límites establecidos por el DS N° 004-2017-MINAM. Como se observa, todos los parámetros evaluados están muy por debajo de los límites de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), lo que indica una calidad de agua favorable para el consumo humano y la salud ambiental.

Algunos parámetros pueden no tener límites específicos establecidos por los ECAS, lo que requiere una evaluación basada en la literatura:

- **Calcio y Magnesio:**

Los niveles de calcio y magnesio en ambos manantiales son relativamente bajos, lo que indica que se trata de aguas blandas. Esto es beneficioso para evitar la formación de

sarro en tuberías. Además, las aguas con baja dureza son generalmente más adecuadas para el uso doméstico e industrial, aunque podrían requerir una suplementación mineral para ciertos consumidores, especialmente en áreas donde la ingesta dietética de estos minerales es insuficiente. Estudios como el de Yang, Chang, Tsai, y Chiu, (2006), destacan la importancia de estos minerales en la prevención de enfermedades cardiovasculares, sugiriendo que una concentración adecuada en el agua puede tener beneficios protectores para la salud del corazón.

- **Potasio y Sodio:**

Los bajos niveles de potasio y sodio son ventajosos para controlar la presión arterial y prevenir enfermedades cardiovasculares, conforme a las directrices de la Organización Mundial de la Salud (2017). Mantener estas concentraciones en niveles seguros es crucial, especialmente en comunidades con dietas altas en sodio.

- **Sulfatos:**

Las concentraciones de sulfatos en ambos manantiales son uniformes y se mantienen en niveles que no suelen representar riesgos para la salud. Sin embargo, altas concentraciones de sulfatos pueden causar un sabor desagradable en el agua y tener efectos laxantes. La gestión de estos niveles es importante para mantener la calidad organoléptica del agua.

- **Carbonatos y Bicarbonatos:**

La falta de carbonatos y los bajos niveles de bicarbonatos pueden comprometer la capacidad del agua para resistir cambios en el pH, lo que podría afectar tanto la vida acuática como la infraestructura hídrica. Según Bartram, s. f.(2020), es fundamental gestionar estos parámetros para mantener la estabilidad química y proteger los ecosistemas acuáticos.

Comparación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Al comparar los resultados obtenidos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) definidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, se confirma que ambos manantiales ofrecen agua de alta calidad fisicoquímica, apta para el consumo humano. Esta conformidad es crucial, ya que garantiza que el agua no solo es segura desde un punto de vista químico y físico, sino que también es saludable para la población que depende de estos recursos naturales para su consumo diario.

Discusión de los Resultados

La calidad fisicoquímica del agua en ambos manantiales refleja un ambiente prístino y una gestión efectiva de los recursos hídricos, lo que es esencial para la salud pública y la sostenibilidad del ecosistema local. Zúñiga (2018) y Torres (2019). Han destacado la importancia de mantener los manantiales alejados de influencias industriales y agrícolas para preservar su calidad. Esta observación es fundamental para Titin Phuju y Q'uespi Phuju, donde la ausencia de actividades contaminantes cercanas parece ser un factor determinante en la calidad del agua de ambos manantiales. La protección de estas áreas es crucial para asegurar que el agua siga siendo segura y saludable para el consumo humano y para la biodiversidad local.

Cortez (2019) y Chalco (2023). Destacan cómo las prácticas de manejo sostenible y las políticas de protección ambiental contribuyen significativamente a mantener la pureza del agua. En este sentido, la comunidad de Huarahuarani podría estar implementando estrategias efectivas que protegen estos manantiales de la contaminación y mantienen la calidad del agua a lo largo de los años. Estas iniciativas no solo benefician la salud pública, sino que también promueven la conservación de los ecosistemas acuáticos y el bienestar de las futuras generaciones.

Además, Perez (2021) menciona que la necesidad de educación continua y participación comunitaria en la gestión del agua es crucial para mantener la calidad de estos cuerpos de agua. La concienciación sobre la importancia del agua limpia y la implementación de

prácticas de conservación son esenciales para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de estos recursos.

La evaluación detallada de los parámetros fisicoquímicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju demuestra su cumplimiento con los estándares nacionales, lo que refleja una gestión ambiental eficaz y una calidad de agua. Sin embargo, es fundamental continuar con las prácticas de monitoreo y conservación para asegurar que estas fuentes de agua permanezcan protegidas de posibles fuentes de contaminación futuras. Además, fomentar la educación ambiental y la participación comunitaria será clave para mantener la integridad y la pureza de estos manantiales vitales.

4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LOS MANANTIALES TITIN PHUJU Y Q'UISPE PHUJU DEL CENTRO POBLADO DE HUARAHUARANI DE ACUERDO A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA SEGÚN DS N° 004-2017-MINAM

El análisis se enfocó en los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju, ubicados en el Centro Poblado de Huarahuarani. Siguiendo los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, el estudio evaluó la presencia de indicadores microbiológicos como coliformes totales y *Escherichia coli* para determinar la idoneidad del agua para el consumo humano. La ausencia de estos microorganismos es un indicador positivo de la calidad del agua, sugiriendo que es segura para el uso y consumo, lo cual es crucial para la salud de la población local.

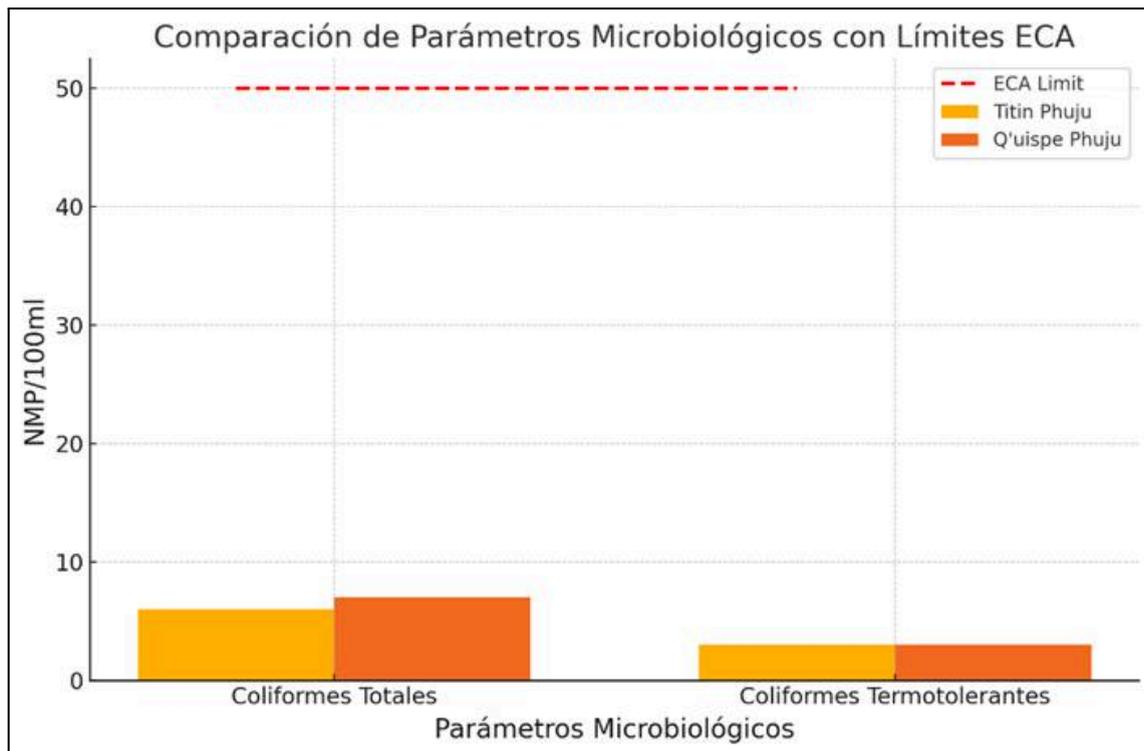


Figura 03: Comparación de microbiológicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju.

En la figura 03 se muestra claramente cómo ambos manantiales se comparan favorablemente con los límites establecidos por los ECA para coliformes totales y termotolerantes.

Resultados Obtenidos

Estos resultados indican que ambos manantiales se mantienen bien dentro de los límites permitidos por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que es de 50 NMP/100ml para ambos parámetros. La calidad microbiológica del agua sugiere que, desde el punto de vista de coliformes totales y termotolerantes, el agua de estos manantiales es segura para el consumo humano con un previo tratamiento de desinfección.

1. Manantial Titin Phuju:

- Coliformes Totales: 6 NMP/100ml
- Coliformes Termotolerantes: <3 NMP/100ml.

2. Manantial Q'uispe Phuju:

- Coliformes Totales: 7 NMP/100ml
- Coliformes Termotolerantes: <3 NMP/100ml.

Comparación con los Estándares de Calidad Ambiental

La comparativa con los ECA muestra que ambos manantiales cumplen con los criterios microbiológicos establecidos para aguas destinadas al consumo humano, previo proceso de desinfección.

La presencia de coliformes totales a niveles tan bajos es un excelente indicativo de la calidad microbiológica del agua. Este resultado refleja efectivamente las condiciones sanitarias adecuadas y poca presencia de contaminación fecal, que es una preocupación común en recursos hídricos accesibles al público.

Discusión de los Resultados

La presencia de coliformes totales y *Escherichia coli* es una indicativa de contaminación fecal, probablemente debido a aguas residuales no tratadas o escorrentía agrícola de zonas aledañas, como lo sugieren Cortez (2019) y Challco (2023), quienes mencionan cómo la gestión inadecuada de residuos sólidos de poblaciones aledañas y la falta de infraestructura sanitaria adecuada para el tratamiento de aguas residuales pueden afectar directamente la calidad del agua. Por otro lado, Perez (2021), explica que las prácticas agrícolas de la población pueden introducir patógenos en cuerpos de agua a través del uso de fertilizantes y pesticidas que se lavan en los manantiales, lo cual podría dar un indicio del por qué los manantiales sometidos a estudio tenían la presencia de coliformes. Acosta, Benavides, y Sierra, 2015) resaltan que la educación ambiental comunitaria y la participación en la gestión del agua son fundamentales para mejorar la calidad microbiológica del agua. La implementación de sistemas de tratamiento y saneamiento adecuados, como los mencionados por Mamani (2020), podría mitigar y disminuir la contaminación de los manantiales. Además Zúñiga (2018) y Torres (2019), destacan la

necesidad de mantener un monitoreo continuo y regulaciones más estrictas para prevenir la contaminación futura de los cuerpos de agua y proteger la salud pública.

Los hallazgos microbiológicos indican que los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju actualmente no cumplen con los estándares de calidad para ser considerados seguros para el consumo humano sin tratamiento previo. Es imperativo desarrollar e implementar estrategias de tratamiento de agua, mejorar las prácticas de manejo de residuos sólidos y fortalecer la educación y regulación ambiental para asegurar la salubridad del agua. La colaboración entre las comunidades, las autoridades locales y las entidades de gestión del agua será crucial para abordar efectivamente estos desafíos y garantizar la disponibilidad de agua potable segura y saludable para el Centro Poblado de Huarahuarani.

4.3. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD DEL AGUA.

La calidad del agua de los manantiales se analiza integrando los datos fisicoquímicos y microbiológicos. Los manantiales parecen ofrecer agua fisicoquímica adecuada, pero la evaluación de su calidad microbiológica muestra que no cumplen con los parámetros exigidos por los ECAS, lo que representa un riesgo potencial para la salud pública.

Análisis:

Aspecto Físico Químico: Basándonos en los ECA, el agua de ambos manantiales se clasifica como segura para el consumo en términos de sus características fisicoquímicas. Sin embargo, es crucial notar que el agua debe ser evaluada también en términos microbiológicos para garantizar completamente su potabilidad.

Aspecto Microbiológico: Los análisis microbiológicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju mostraron concentraciones elevadas de coliformes totales y *Escherichia coli*, superando ampliamente los umbrales permisibles según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Estudios previos y literatura relevante sugieren que las aguas superficiales pueden ser susceptibles a la contaminación fecal debido a la escorrentía agrícola, residuos industriales, o la proximidad a zonas urbanas. La presencia de coliformes, según autores como Perez (2021) y Challco (2023), puede indicar problemas serios de manejo y disposición de residuos en las áreas circundantes.

4.4. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

4.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

"La calidad fisicoquímica y microbiológica de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani no es apta para consumo humano según DS N° 004-2017-MINAM, de la Provincia de El Collao 2024."

Planteamiento de la Hipótesis General

Hipótesis Nula (H_0): La calidad fisicoquímica y microbiológica de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju es apta para consumo humano según DS N° 004-2017-MINAM.

Hipótesis Alternativa (H_1): La calidad fisicoquímica y microbiológica de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju no es apta para consumo humano según DS N° 004-2017-MINAM.

Contrastación de la Hipótesis General

De acuerdo con los análisis realizados:

- Los parámetros fisicoquímicos de ambos manantiales están dentro de los límites permitidos por el DS N° 004-2017-MINAM, sugiriendo una calidad apta para consumo humano.
- Los parámetros microbiológicos, están dentro de los límites establecidos, aunque en niveles cercanos al límite máximo permitido.

La **hipótesis nula (H_0) es aceptada** y la hipótesis alternativa (H_1) es rechazada, indicando que, bajo los estándares actuales, la calidad del agua de ambos manantiales es considerada apta para consumo humano.

4.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1:

"Los parámetros fisicoquímicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM."

Planteamiento de la Hipótesis del Objetivo Específico 1

Hipótesis Nula (H_0): Los parámetros fisicoquímicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.

Hipótesis Alterna (H_1): Los parámetros fisicoquímicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.

Contrastación de la Hipótesis del Objetivo Específico 1

Los resultados de los análisis fisicoquímicos:

- Todos los parámetros fisicoquímicos medidos, incluyendo pH, conductividad, cloruros, y nitratos, se encuentran dentro de los límites aceptables.

La **hipótesis nula (H_0) es aceptada**, y la hipótesis alterna (H_1) es rechazada, mostrando que los manantiales cumplen con los estándares fisicoquímicos establecidos por el DS N° 004-2017-MINAM.

4.4.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

"Los parámetros microbiológicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM."

Planteamiento de la Hipótesis del Objetivo Específico 2

Hipótesis Nula (H_0): Los parámetros microbiológicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.

Hipótesis Alterna (H_1): Los parámetros microbiológicos de los manantiales Titin Phuju y Q'uispe Phuju no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.

Contrastación de la Hipótesis del Objetivo Específico 2

Los resultados de los análisis microbiológicos:

- Aunque los niveles de coliformes totales están dentro de los límites, la proximidad a los límites máximos sugiere una necesidad de precaución.

La **hipótesis nula (H_0) es aceptada**, recomendando prudencia debido a los niveles cercanos a los límites de coliformes termotolerantes.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La investigación ha ofrecido una visión integral y detallada de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua en estos recursos naturales. Si bien los análisis fisicoquímicos indican que el agua cumple con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, lo que sugiere que es segura para el consumo desde el punto de vista químico, los análisis microbiológicos han detectado una preocupante presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*. Estos resultados indican una contaminación fecal que representa un riesgo para la salud pública.

SEGUNDA : La evaluación de los parámetros fisicoquímicos en los manantiales de Titin Phuju y Q'uispe Phuju mostró que ambos puntos de muestreo cumplen con los límites establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental, lo que sugiere inicialmente que el agua es apta para el consumo humano. Los niveles de turbiedad, pH, conductividad, TDS, dureza total, cloruros y sulfatos se mantuvieron dentro de rangos seguros, lo que indica un manejo adecuado y una baja influencia de actividades contaminantes en las cercanías de los manantiales. No obstante, es esencial llevar a cabo un monitoreo regular para preservar estos estándares, especialmente ante posibles cambios ambientales y el desarrollo futuro en la región.

TERCERA: Los resultados microbiológicos de ambos manantiales revelaron niveles significativos de coliformes totales y *Escherichia coli*, lo que indica una grave deficiencia en la calidad microbiológica del agua. Estos hallazgos no solo incumplen con los

Estándares de Calidad Ambiental, sino que también evidencian la presencia de contaminantes fecales, probablemente atribuibles a la gestión inadecuada de residuos humanos y animales, así como a la escorrentía agrícola en las áreas circundantes.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Desarrollar e instalar sistemas de tratamiento de agua que sean capaces de eliminar patógenos y reducir la turbidez y otros contaminantes físicos y químicos. Esto es crucial para garantizar que el agua no solo cumpla con los estándares fisicoquímicos, sino también con los microbiológicos.

SEGUNDA: Mejorar la infraestructura sanitaria en las comunidades cercanas a los manantiales para prevenir la contaminación fecal del agua. Esto incluye la construcción de sistemas de alcantarillado adecuados y la instalación de letrinas sanitarias.

TERCERA: Establecer un programa de monitoreo regular para todos los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos relevantes. Este programa debe ajustarse para realizar pruebas más frecuentes durante y después de la temporada de lluvias, cuando el riesgo de contaminación puede aumentar.

CUARTA: Implementar programas de educación ambiental dirigidos a las comunidades para fomentar prácticas sostenibles de manejo del agua y conciencia sobre la importancia de proteger los recursos hídricos.

QUINTA: Establecer zonas de protección alrededor de los manantiales para limitar las actividades que pueden afectar negativamente la calidad del agua. Esto puede incluir restricciones sobre el uso de fertilizantes y pesticidas, así como sobre la ubicación de instalaciones industriales y sistemas sépticos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. P., Benavides, J. A., y Sierra, C. H. (2015). Qualitative analysis of water quality deterioration and infection by *Helicobacter pylori* in a community with high risk of stomach cancer (Cauca, Colombia). *Salud Colectiva*, 11(4), 575-590. <https://doi.org/10.18294/sc.2015.796>
- Alania Arce, R. (2023). Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS) y la percepción de la población sobre la gestión de la calidad de agua, distrito de Puno, 2013 al 2023. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/646>
- Alcca Chahuares, B. (2023). Calidad del agua para consumo humano de los manantiales Quipata- Totorpujo, Plaza, Estadio y Jjaquejihuata distrito de Platería – Puno—2022. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/499>
- Bartram, J. (s. f.). Monitoreo de la calidad del agua: Una guía práctica para el diseño e implementación de estudios de calidad del agua dulce y programas de monitoreo.
- Bautista Santos, J. L. (2016). Evaluación y tratamiento del agua proveniente del canal de regadío del distrito de Cerro Colorado, para su uso en piscinas. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3271>
- Blanco Coaquira, M. (2018). Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el distrito de Cabanillas, provincia San Román, departamento de Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10619>
- 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 – 2021. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/403>

- Carhuasuica Pumacahua, Y., y Gonzales Mamani, S. (2022). Índice de calidad de agua, aplicando el Icarhs en el río Vilcanota en el tramo Paclamayo – Pucruto, distrito de Urubamba – Cusco—2021. Recuperado de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4999>
- Cajia, R. M. (2021). Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo pujo para consumo humano en la comunidad añavile distrito Cabana-San Roman-Puno-2021.
- Condori quispe, P. A. (2023). Evaluación de parámetros físico químico y microbiológico del agua de pozo para consumo humano en el barrio Azoguini de la Ciudad de Puno—2023. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/629>
- Cortez, M. F., Mata, D. I., & Rosales, D. O. M. (2019). Percepción y calidad de agua en comunidades rurales del área natural protegida la Encrucijada, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(2), Article 2. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.05>
- Chata Mamani, L. (2024). Análisis temporal de la calidad del agua del sistema de abastecimiento, periodo 2020—2023 de la comunidad Karina distrito de Chucuito—Puno. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/804>
- Challco, G. (2023). Determinación de la calidad del agua para consumo humano del manantial marampampa distrito de Ocobamba- Cusco, 2023. 2023.
- Chahuares, B. A. (s. f.). Calidad del agua para consumo humano de los manantiales Quipata- Totorpujo, plaza , estadio y Jjaquejihuata distrito de Platería – Puno - 2022.
- Chullo, 2021. (s. f.). Recuperado 31 de julio de 2024, de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/16633/Chullo_Huamani_G

- uido_Nestor.pdf?sequence=1&isAllowed=yDe La Cruz Mallqui, R., & Rojas Vallejo, S. L. (2022). Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua de manantiales y reservorios en el Centro Poblado de Pampachacra, 2022. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4897>
- Cruz Quin, G. (2021). Evaluación de los indicadores físicos, químicos y biológicos del agua potable que se consume en la ciudad del Cusco, 2019. Recuperado de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/5283>
- Felix Bustinza, C. (2020). Sistema de destilación solar para purificación de aguas salobres. Recuperado de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5449>
- Gerónimo Mamani, W. (2022). Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río ILAVE en el área de influencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de ILAVE, Puno 2021-2022. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/372>
- Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., Meseguer Pallares, R., Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., & Meseguer Pallares, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 23-31. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Huaccha, 2021. (s. f.). Recuperado 1 de agosto de 2024, de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30834/Huaccha%20Sanchez%20Juan%20Silverio%20-%20Villena%20Lozano%20Manuel%20Paci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huaquisto Ramos, B. (2024). Calidad del agua de las captaciones Chichicapac y Jatun

- Pinaya del distrito de Macusani – Carabaya, 2023. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/840>
- Huarachi Cruz, C. E. (2021). Evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en la Isla Ccapi de los Uros del Lago Titicaca—Puno. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./88>
- Huallpa, 2024. (s. f.). Recuperado 31 de julio de 2024, de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21996/Mejicano_Huallpa_Lupe_Yhadira.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Llacua, B. E. B. (2022). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE MANANTIAL PARA CONSUMO HUMANO, VIQUES 2022.
- Leiva Zavala, F. (2024). Evaluación de los parámetros físico químicos y biológicos del río llave, tramo que atraviesa la ciudad de llave—2024. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/873>
- Ledesma, G. (s. f.). Hidroquímica del Agua de los manantiales de San Joaquín, Querétaro, México.
- Mamani Condori, F. J. (2024). Calidad del agua potable y nivel de satisfacción de los usuarios del barrio Los Olivos del distrito de llave, 2024. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/841>
- Mamani, W. G. (2020). Determinación de calidad fisicoquímica del agua en el manantial aladino VI Mañazo – Puno 2020.
- Marca Añasco, J. G. (2023). Determinación de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea para el consumo humano, en la Urbanización Magisterial, Zona 4 Totorani—Alto Puno—2022. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/493>
- Marín Villanueva, Z. Y. (2019). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano del distrito de Oxamarca—Celendín. Universidad Nacional de

- Cajamarca. <https://doi.org/10/M32-T>
- Mestas, P. (2020). Determinación de valores físicos y químicos en el manantial Unkuñani, según la normativa vigente en el barrio Alto Huascar Puno 2020.
- Mejicanos, D., & Alberto, J. (s. f.). Importancia de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable del Municipio de Nueva Santa Rosa. 40.
- OMS. (2017). Organización Mundial de la Salud.
- Paredes Livisi, K. O. (2023). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del río Choquechaca para el riego de vegetales y bebida de animales Distrito de Yunguyo, 2023. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/582>
- Perez, M. (2021). Determinación de la calidad de agua para consumo humano en el valle de Vítor, Arequipa durante los meses de agosto y octubre del 2019. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12865>
- Quispe, F. Y. P. (2023). DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD.
- Rizo, Ramírez, 2022. (s. f.). Recuperado 1 de agosto de 2024, de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/9638/1/252376.pdf>
- Rumay, O. M. C. (2020a). Para lograr mis objetivos de culminar la carrera. 2020.
- Rumay, O. M. C. (2020b). Para lograr mis objetivos de culminar la carrera. 2020.
- Siguiro Mamani, W. (2017). Calidad de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA - Yunguyo para la salud ambiental. Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/6747>
- Tarapa Poma, W. (2023). Calidad ambiental del agua en la bahía interior de Puno—Lago Titicaca 2021. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/523>
- Torres, C. I. M. (s. f.). Verificación del cumplimiento de los parámetros del reglamento de

la calidad del agua para el caserío los Rosos, mediante el monitoreo físico-químico y microbiológico del manantial el Tutumo-suyo, periodo junio a septiembre del 2019.

Trigos Rondon, C. I. (2017). Calidad bacteriológica y físico—Química del agua de consumo humano del centro poblado de Alto Puno. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7280>

Yang, C.-Y., Chang, C.-C., Tsai, S.-S., y Chiu, H.-F. (2006). Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from acute myocardial infarction in Taiwan. *Environmental Research*, 101(3), 407-411. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.12.019>

Vargas, O. H., Villa, O. R. M., García, C. P., López, J. L. O., Magdaleno, H. F., Chulim, Á. C., Escobar, H. M. O., & Bernal, E. I. S. (2020). Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del río Tuxcacuesco, Jalisco, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(3), Article 3. <https://doi.org/10.20937/RICA.53595>

Zuñiga, A. (2018). Análisis y evaluación de la calidad del agua potable para la ciudad de Antofagasta bajo el contexto del suministro de agua desalada

ANEXOS

Anexo 01: Matriz consistencia calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales Titin Phujo Y Q'uespi Phujo para consumo humano del centro poblado de Huarahuarani Provincia de el Collao - 2024

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
¿Cómo es la calidad del agua para consumo humano de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo del Centro Poblado de Huarahuarani, según categoría 1 DS. N° 004-2017-MINAM?	Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo para consumo humano, según el DS. N° 004-2017-MINAM del Centro poblado de Huarahuarani de la Provincia de El Collao 2024.	La calidad fisicoquímica y microbiológica de los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo del Centro Poblado de Huarahuarani no es apta para consumo humano según DS N° 004-2017-MINAM, de la Provincia de El Collao 2024.	INDEPENDIENTES Parámetros físico químicos y microbiológicos	PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS Color Turbiedad Conductividad Temperatura PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS pH Dureza total Alcalinidad TDS Cloruros Sulfatos	Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (R. J. N° 010-2016-ANA)	El tipo de estudio es no experimental y el diseño de investigación es descriptivo. La población del estudio consta de 2 puntos de evaluación en los manantiales Titin Fujo y Q'uispe Fujo para la evaluación de parámetros físico-químicos y la evaluación de parámetros microbiológicos. Instrumentos: Análisis de datos e interpretación de datos del laboratorio.
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano de los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental del agua según categoría 1 DS. N° 004-2017-MINAM?	Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano de los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo del Centro Poblado de Huarahuarani "Según DS N° 004-2017-MINAM."	Los parámetros fisicoquímicos de los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo del Centro Poblado de Huarahuarani no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.	DEPENDIENTE CALIDAD DE AGUA	Calidad de agua	Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM	
¿Cuáles son los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo de acuerdo a los estándares de calidad ambiental del agua según categoría 1 DS. N° 004-2017-MINAM?	Determinar los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano de los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo del Centro Poblado de Huarahuarani de acuerdo a los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.	Los parámetros microbiológicos de los manantiales Titin Phujo y Q'uispe Phujo del Centro Poblado de Huarahuarani no cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua según DS N° 004-2017-MINAM.				

Anexo 02: Informe de resultados del manantial Titin Phuju.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA - OJO DE AGUA TITIN PHUJU Muestra: 002

PROCEDENCIA : Manantial Titin Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani llave - Puno
INTERESADO : Claudia Andrea Ccaso Gomez.
MOTIVO : Proyecto de investigación – Microbiológico (para consumo humano).
FECHA DE MUESTREO : 28/08/2024 (por el interesado)
FECHA DE ANALISIS : 28/08/2024

RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

		M1
Coliformes totales	NMP/100ml	6
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	< 3

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



Margot G. Reyes Ordóñez
BIÓLOGA
C.B.P. 11900

Anexo 03: Informe de resultados del manantial Q'uespi phuju.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS 		
RESULTADO DE ANÁLISIS		
<hr/>		
ASUNTO: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA - OJO DE AGUA Q'UESPI PHUJU	Muestra: 001	
<hr/>		
PROCEDENCIA	: Manantial Q'uespi Phuju del Centro Poblado de Huarahuarani llave -Puno	
INTERESADO	: Claudia Andrea Ccaso Gomez.	
MOTIVO	: Proyecto de investigación – Microbiológico (para consumo humano).	
FECHA DE MUESTREO	: 28/08/2024 (por el interesado)	
FECHA DE ANALISIS	: 28/08/2024	
<hr/>		
RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO:		
<hr/>		
	M1	
Coliformes totales	NMP/100ml	7
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	< 3
<hr/>		
INTERPRETACION:		
El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.		
  Magda C. Rojas Ortueta BIOLOGO C.B.P. 11900		

Anexo 04: Informe de laboratorio de Físico Químico del manantial Titin Phuju.



Ministerio Nacional de Agricultura

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO
N° 10385-24/AG/LABSAF - ILLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Claudia Andrea Coazo Gomez/71030737.
 Preparatorio / Productor : Claudia Andrea Coazo Gomez.
 Dirección del cliente : Ilave.
 Solicitado por : Claudia Andrea Coazo Gomez.
 Muestreado por : Cliente.
 Número de muestra(s) : 01 muestras.
 Producto declarado : Agua.
 Presentación de las muestra(s) : Frasco de plástico.
 Referencia del muestra(s) : Ilave.
 Procedimiento de muestra(s) : Ilave / El Colloco / Puro.
 Fecha(s) de muestreo : 2024-08-28
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2021-08-28
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Follares - LABSAF Ilpa.
 Fecha(s) de análisis : 2021-08-28
 Colización del servicio : 385-24-ILL
 Fecha de emisión : 2021-09-12

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

Código de Laboratorio	At. ILLPA-11-24	--	--	--	--	--
Matriz Analizada	Agua	--	--	--	--	--
Fecha de Muestreo	2024-08-28	--	--	--	--	--
Hora de Inicio de Muestreo (h)	06:30	--	--	--	--	--
Condición de la muestra	Conservada	--	--	--	--	--
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Ilave	--	--	--	--	--
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH (****)	unad. pH	0,1	6,8	--	--	--
Conductividad Eléctrica	uS/cm	0,1	29,0	--	--	--
R.A.S	--	--	0,81	--	--	--
Suma de cationes	--	--	0,62	--	--	--
Calcio (Ca)	mg/L	--	0,13	--	--	--
Magnesio (Mg)	mg/L	--	0,07	--	--	--
Potasio (K)	mg/L	--	0,08	--	--	--
Sodio (Na)	mg/L	--	0,25	--	--	--
Suma de aniones	--	--	3,01	--	--	--
Cloruro (Cl)	mg/L	--	0,42	--	--	--
Sulfato (SO ₄)	mg/L	--	0,48	--	--	--
Carbonatos (CO ₃)	mg/L	--	0,00	--	--	--
Bicarbonatos (HCO ₃)	mg/L	--	0,04	--	--	--
Nitratos (NO ₃)	mg/L	--	2,40	--	--	--
Metales	--	--	--	--	--	--
Cobre (Cu)	mg/L	--	0,00	--	--	--
Hierro (Fe)	mg/L	--	0,04	--	--	--
Zinc (Zn)	mg/L	--	0,00	--	--	--
Clasificación Riverside:		C1S1	--	--	--	--
R.A.S.:	Agua utilizable para el riego.	--	--	--	--	--

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	NTP 214.025, Ser Edición 2016, CALIDAD DE AGUA, Determinación de pH en agua. Método electrométrico.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.026 1ra Edición, 2016, CALIDAD DE AGUA, Determinación de conductividad Eléctrica en agua.
Determinación de cationes (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego -INIA Ed.1era 2017,tem 6.4.1, Pag.43-84, Determinación de cationes (Ca, Mg,Na, K,Fe,Mn,Cu y Zn).
Determinación de aniones (Carbonatos de Calcio, Bicarbonatos, Cloruro, Sulfato, Nitrato)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego -INIA Ed.1era 2017,tem 6.4.2, Pag.84-88,Determinación de aniones.
Clasificación Riverside:	
Magnético y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama)	Method of analysis for soils, plants and waters, University of California, División de Agricultura al Suelos E.U.A. Sexta reimprisión, octubre 1988, 1996.
Tipo de agua	
R.A.S	
Metales en agua	EPA 820.8 Determination of trace elements in WATERS AND WASTES BY Inductal y Atomic Fluorescence - Multi Elementally



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
Dirección: Anexo Rincónada Salada SN, Puro - Puro

Página 1 de 2
F43/19/23
www.inia.gob.pe

Anexo 05: Informe de laboratorio de Físico Químico del manantial Q'uespi phuju.



INIA
Instituto Nacional de Investigación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INACAL
Organismo de Acreditación

INFORME DE ENSAYO
N° 10386-24/AG/LABSAF - ILLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: Claudia Andrea Coazo Gomez/71030737.
Propietario / Productor	: Claudia Andrea Coazo Gomez.
Dirección del cliente	: ILLPA.
Solicitado por	: Claudia Andrea Coazo Gomez.
Muestreado por	: Cliente.
Número de muestra(s)	: 01 muestras.
Producto declarado	: Agua.
Presentación de las muestra(s)	: Frasco de plástico.
Referencia del muestreo	: ILLPA.
Procedencia de muestra(s)	: ILLPA / El Colloco / Puno.
Fecha(s) de muestreo	: 2024-09-28
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2024-09-28
Lugar de ensayo	: Laboratorio de Suelos, Aguas y Follares - LABSAF Illpa.
Fecha(s) de análisis	: 2024-09-28
Cotización del servicio	: 186-74-11
Fecha de emisión	: 2024-09-12



II. RESULTADO DE ANÁLISIS

Código de Laboratorio	AG3896-ILL-24		---	---	---	---
Matriz Analizada	Agua		---	---	---	---
Fecha de Muestreo	2024-09-28		---	---	---	---
Hora de inicio de Muestreo (h)	08:30		---	---	---	---
Condición de la muestra	Conservada		---	---	---	---
Código/identificación de la Muestra por el Cliente	Illa		---	---	---	---
	Ensayo	Unidad	LC	Resultados		
pH (***)	unid. pH	0,1	7,3	---	---	---
Conductividad eléctrica	us/cm	0,1	30,3	---	---	---
R.A.S	---	---	1,03	---	---	---
Suma de cationes	---	---	0,45	---	---	---
Calcio (**)	mg/L	---	0,05	---	---	---
Magnesio (**)	mg/L	---	0,05	---	---	---
Potasio (**)	mg/L	---	0,35	---	---	---
Sodio (**)	mg/L	---	0,25	---	---	---
Suma de aniones	---	---	3,75	---	---	---
Cloruro (**)	mg/L	---	1,13	---	---	---
Sulfato (**)	mg/L	---	0,45	---	---	---
Carbonatos (**)	mg/L	---	0,95	---	---	---
Bicarbonatos (**)	mg/L	---	0,98	---	---	---
Nitratos (**)	mg/L	---	2,10	---	---	---
Metales						
Cobre (Cu)	mg/L	---	0,00	---	---	---
Hierro (Fe)	mg/L	---	0,33	---	---	---
Zinc (Zn)	mg/L	---	0,30	---	---	---
Clasificación RiverSide:	C1S1		---	---	---	---
R.A.S.:	Agua utilizable para el riego.		---	---	---	---

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	NTP 214.025, 3er Edición, 2015, CALIDAD DE AGUA, Determinación de pH en agua. Método electrométrico.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.045 1ra Edición, 2015, CALIDAD DE AGUA, Determinación de conductividad eléctrica en agua.
Determinación de cationes (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego - INIA, Ed. 1era 2017, 8am 6.1.1. Pág.63-64, Determinación de cationes (Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu y Zn).
Determinación de aniones (Carbonatos de Calcio, Bicarbonatos, Cloruros, Sulfatos, Nitratos)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego - INIA, Ed. 1era 2017, 8am 6.4.2. Pág.64-65, Determinación de aniones.
Clasificación RiverSide:	
Diagrama y Recomendaciones (Normas de L. V. Wilcox, Diagrama):	Methods of analysis for soils, plants and waters, University of California, Division of Agr. & Home Sciences, E.U.A., Sede reimpression, octubre 1988, 199p.
Tipo de agua	
R.A.S	
Metales en agua	EPA 200.8 Determination of trace elements in WATERS AND WASTES BY Inductively coupled Plasma - Mass Spectrometry



LABSAF

Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
Dirección: Av. Ramón Castilla s/n, Puno - Puno

Página 4 de 2
Folio / Versión
www.inia.gob.pe

Anexo 06: Registro de datos de Monitoreo de manantial Titin Phuju.

REGISTRO DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO

Cuerpo de agua: Manantial ojo de agua Titin phju

Clasificación del cuerpo de agua: Manantial

Cuenca, Sub cuenca o microcuenca: microcuenca

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del punto de punto del monitoreo: H.T.P. - 01

Descripción: ojo de agua

Accesibilidad: Motos, autos, camioneta. 80- Km

Representatividad: 50 Metros divididos

Finalidad del monitoreo: Investigación Académica

Reconocimiento de entorno: Accesibilidad, a provincia

UBICACIÓN

Distrito: Taray Provincia: El Collao Departamento: Puno

Localidad: Fareyo

COORDENADAS U.T.M.

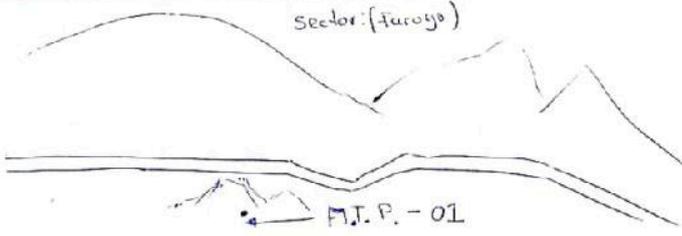
SISTEMA DE COORDENADAS: Proyección UTM, Geográficas

Norte: 8198268 Este: 413143 Zona: Aula

Altitud: 4139 m.s.n.m

CROQUIS DE LA UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO (Agua)

Sector: (fareyo)



Elaborado por: Cludio Andres Cease Gomez

Hora y fecha: 28-08-2024

Cludio
71030737

Anexo 07: Registro de datos de Monitoreo de manantial Q'uespi phuju.

REGISTRO DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO

Cuerpo de agua: Manantial ojo de agua Q'uespi phuja

Clasificación del cuerpo de agua: Manantial

Cuenca, Sub cuenca o microcuenca: Microcuenca

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del punto de punto del monitoreo: M.G.P.-02

Descripción: Ojo de agua

Accesibilidad: Carretera de Huari-Huarani

Representatividad: 50 metros - M.G.P.-02

Finalidad del monitoreo: Investigación Académica

Reconocimiento de entorno: accesibilidad de visita

UBICACIÓN

Distrito: Jlave Provincia: El collao Departamento: Puno

Localidad: Fariña

COORDENADAS U.T.M.

SISTEMA DE COORDENADAS: Proyección UTM, Geográficas

Norte: 9200020 Este: 412450 Zona: 11q

Altitud: 4110 M.S.N.M.

CROQUIS DE LA UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO (Agua)



Elaborado por: Claudia Andrea Ccaso Gómez

Hora y fecha: 28-08-2024

Justina
71030737

Anexo 08: Panel fotográfico manantial Titin Phuju.



Figura 04: Reconocimiento de punto de muestra del manantial Titin Phuju.



Figura 05: Se aprecia en la fotografía el equipo de multiparámetro para el monitoreo de los manantiales Titin Phuju y Q'uespi phuju.



Figura 06: Ubicación de los manantial Titin Phuju con GPS para su respectivo monitoreo.



Figura 07: Verificación con el multiparametro el Ph del manantial Titin Phuju.



Figura 08: Verificación con el multiparametro la conductividad eléctrica del manantial Titin Phuju.



Figura 09: Levantamiento de muestras en un cooler para su respectivo análisis en un laboratorio del manantial Titin Phuju.

Anexo 09: Panel fotográfico manantial Q'uispe Phuju.



Figura 10: Reconocimiento de punto de muestra del manantial Q'uespi phuju.



Figura 11: Verificación con el multiparametro el Ph del manantial Q'uespi Phuju.

