

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL MANANTIAL DE
HUALLATIRI DEL DISTRITO DE DESAGUADERO DE LA PROVINCIA DE
CHUCUITO - PUNO, 2024**

PRESENTADA POR:

JOSE ANTONIO MAMANI OCHOCHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



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



7.49%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 7 JAN 2025, 5:03 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL
1.17%

● CHANGED TEXT
6.32%

Report #24362327

JOSE ANTONIO MAMANI OCHOCHOQUE // CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL MANANTIAL DE HUALLATIRI DEL DISTRITO DE DESAGUADERO DE LA PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO, 2024 RESUMEN El objetivo de la presente investigación ha sido evaluar la calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno 2024, el tipo de investigación es descriptivo y el diseño no experimental, en la metodología del muestreo se ha utilizado el protocolo de monitoreo de aguas, determinándose 02 lugares: el primero en el lugar del brote de agua del manantial y el segundo en la poza donde se acumula, siendo los resultados para los parámetros fisicoquímicos los siguientes: la temperatura 10.88 °C, pH 7.07, conductividad 1697.50 [umho/cm], sólidos disueltos totales 798.50 [mg/L], salinidad 0.92 [PSU], oxígeno Disuelto 2.53 [mg/L] y para los parámetros microbiológicos los valores siguientes: bacterias coliformes totales con un valor menor a 3.0 /100 ml, coliformes termotolerante s igual a 25.0 /100 ml, coliformes fecales menor a 1.0 /100 mL, escherichia coli menor a 1.

1 5 12 0 /100 mL y organismos de vida libre (como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos) igual a 4.5×10^6 [Nº org/L]; se debe destacar que de ambos resultados, los parámetros microbiológicos son los que han mostrado valores más elevados, por lo que existe una preocupación debido a que

Yudy Roxana ALANIA LAQUI

Oficina de Repositorio Institucional

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

TESIS

**CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL MANANTIAL DE
HUALLATIRI DEL DISTRITO DE DESAGUADERO DE LA PROVINCIA DE
CHUCUITO - PUNO, 2024**

PRESENTADA POR:


JOSE ANTONIO MAMANI OCHOCHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

: 
M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: Ingeniería, Tecnología.

Sub área: Ingeniería Ambiental.

Línea de investigación: Ciencias Ambientales.

Puno, 18 de marzo del 2025.

DEDICATORIA

A nuestra madre tierra,
por ser el hogar que nos nutre y nos inspira,
por recordarnos cada día la importancia de cuidar, preservar y amar.

A mis padres, cuya sabiduría y amor incondicional
me han enseñado a valorar la belleza y fragilidad del mundo natural.

A mis docentes y mentores,
por guiar mi camino con conocimiento y pasión,
encendiendo en mí el compromiso por un futuro más sostenible.

Y a las generaciones futuras,
que merecen heredar un planeta lleno de vida,
donde la armonía entre el ser humano y la naturaleza sea posible.

Que este trabajo sea un humilde aporte al cuidado de nuestro entorno,
y un llamado a la acción para todos los que sueñan con un mundo mejor.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.
- A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita por su compromiso, paciencia y enseñanza incondicional para lograr la elaboración del presente trabajo de investigación
- Agradecer a mis jurados:
 - Presidente: Mag. Katia Elizabeth Andrade Linarez,
 - Primer miembro: Mag. Julio Wilfredo Cano Ojeda,
 - Segundo miembro Dra. Marlene Cusi Montesinos.

Por todos sus aportes para mejorar mi trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.2. ANTECEDENTES	15
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	15
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	16
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. CALIDAD DEL AGUA	21
2.1.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA	21
2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA	22
2.1.4. MANANTIALES	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL	26
2.3. MARCO NORMATIVO	28
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	29

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	30
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	31
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	32
3.3.1. DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	32
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	34
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	35

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.	36
4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.	39

4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	42
4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.	42
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Coordenadas del punto de monitoreo.	32
Tabla 02: Metodología de los parámetros físicos y químicos.	33
Tabla 03: Metodología de los parámetros microbiológicos.	34
Tabla 04: Identificación de las variables de investigación.	34
Tabla 05: Resultados de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua.	36
Tabla 06: Verificación de los parámetros fisicoquímicos del agua con los LMP del DS 031-2010-SA.	38
Tabla 07: Resultados de concentración de los parámetros microbiológicos del agua.	39
Tabla 08: Verificación de los parámetros microbiológicos del agua, con los LMP del DS 031-2010-SA.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación de la comunidad de Huallatiri respecto a la ciudad de Desaguadero.	30
Figura 02: Ubicación del manantial ubicado en la comunidad de Huallatiri.	31
Figura 03: Comparación de los parámetros fisicoquímicos para las 02 muestras.	37
Figura 04: Comparación de los parámetros microbiológicos para las 02 muestras.	40
Figura 05: Inspección del lugar para la muestra.	61
Figura 06: Preparación del recipiente para la toma de la muestra.	61
Figura 07: Tomando la muestra 01.	62
Figura 08: Tomando la muestra 02.	62
Figura 09: Envasado de las muestras.	63
Figura 10: Almacenamiento de las muestras.	63
Figura 11: Traslado de las muestras.	64
Figura 12: Vista panorámica del lugar.	64

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01. Análisis de laboratorio de los parámetros físico químicos.	52
Anexo 02. Análisis de laboratorio de los parámetros bacteriológicos.	54
Anexo 03. Matriz de Consistencia.	56
Anexo 04. Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. 031-2010-SA.	58
Anexo 05. Galería Fotográfica.	61

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación ha sido evaluar la calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno 2024, el tipo de investigación es descriptivo y el diseño no experimental, en la metodología del muestreo se ha utilizado el protocolo de monitoreo de aguas, determinándose 02 lugares: el primero en el lugar del brote de agua del manantial y el segundo en la poza donde se acumula, siendo los resultados para los parámetros fisicoquímicos los siguientes: la temperatura 10.88 °C, pH 7.07, conductividad 1697.50 [umho/cm], sólidos disueltos totales 798.50 [mg/L], salinidad 0.92 [PSU], oxígeno Disuelto 2.53 [mg/L] y para los parámetros microbiológicos los valores siguientes: bacterias coliformes totales con un valor menor a 3.0 /100 ml, coliformes termotolerantes igual a 25.0 /100 ml, coliformes fecales menor a 1.0 /100 mL, escherichia coli menor a 1.0 /100 mL y organismos de vida libre (como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos) igual a 4.5×10^6 [N° org/L]; se debe destacar que de ambos resultados, los parámetros microbiológicos son los que han mostrado valores más elevados, por lo que existe una preocupación debido a que el agua de éste manantial en la actualidad se consume directamente por los habitantes de la zona; concluyendo que la calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno analizados en el año 2024 no cumple con los límites máximos permisibles establecidos en el DS N° 031-2010-SA, por lo que no es apta para consumo humano.

Palabras clave: Calidad de agua, LMP, Parámetros fisicoquímicos, Parámetros microbiológicos.

ABSTRACT

The objective of this research has been to evaluate the quality of water for human consumption from the Huallatiri spring in the Desaguadero district of the province of Chucuito - Puno 2024, the type of research is descriptive and the design non-experimental, in the sampling methodology the water monitoring protocol has been used, determining 02 places: the first at the place of the water outbreak of the spring and the second in the pool where it accumulates, the results for the physicochemical parameters being the following: temperature 10.88 ° C, pH 7.07, conductivity 1697.50 [$\mu\text{mho} / \text{cm}$], total dissolved solids 798.50 [mg / L], salinity 0.92 [PSU], Dissolved oxygen 2.53 [mg / L] and for the microbiological parameters the following values: total coliform bacteria with a value less than 3.0 / 100 ml, thermotolerant coliforms equal to 25.0 / 100 ml, fecal coliforms less than 1.0 / 100 mL, Escherichia coli less than 1.0 / 100 mL and free-living organisms (such as algae, protozoa, copepods, rotifers, nematodes in all their evolutionary stages) equal to 4.5×10^6 [$\text{N}^\circ \text{org/L}$]; It should be noted that of both results, the microbiological parameters are those that have shown the highest values, which is why there is concern because the water from this spring is currently directly consumed by the inhabitants of the area; concluding that the quality of the water for human consumption from the Huallatiri spring in the Desaguadero district of the province of Chucuito - Puno analyzed in 2024 does not comply with the maximum permissible limits established in DS No. 031-2010-SA, therefore it is not suitable for human consumption.

Keywords: Water quality, LMP, Physicochemical parameters, Microbiological parameters.

INTRODUCCIÓN

El consumo de agua no apta para el consumo humano representa un grave riesgo para la salud debido a la presencia de microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos. Estos organismos pueden causar una variedad de enfermedades que van desde infecciones gastrointestinales leves hasta afecciones más graves, como el cólera, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y la disentería (Corrales et al., 2021).

Beber agua contaminada es la forma más evidente de exposición, pero no es la única. Los alimentos que se lavan o cocinan con agua contaminada también pueden convertirse en vehículos de transmisión de estas enfermedades. Por ejemplo, frutas y verduras crudas que no han sido desinfectadas adecuadamente pueden portar patógenos, al igual que alimentos cocidos con agua que no ha sido hervida previamente. Esto aumenta significativamente el riesgo de brotes epidémicos, especialmente en comunidades donde el acceso a agua potable es limitado o inexistente (Bracho & Fernández, 2018).

La contaminación del agua puede deberse a múltiples factores, como la descarga de aguas residuales sin tratamiento, la falta de infraestructura adecuada para el manejo del agua, el uso de pesticidas y fertilizantes en la agricultura, y el vertido de desechos industriales. Estas prácticas no solo afectan la calidad del agua, sino que también agravan la crisis global del agua, exponiendo a millones de personas a condiciones insalubres (Inga & Vanegas, 2018).

El acceso al agua potable es un derecho fundamental y una necesidad primordial para la vida. En el distrito de Desaguadero, provincia de Puno, las comunidades dependen de manantiales como fuente principal de agua potable. Sin embargo, estas fuentes nunca han sido analizadas, lo que genera incertidumbre sobre su calidad y posibles riesgos para la salud de la población. Es por ello que resulta crucial realizar una investigación exhaustiva de la calidad del agua en los manantiales de Desaguadero. La investigación de la calidad del agua es una necesidad urgente para proteger la salud de la población y

garantizar su acceso a agua potable de calidad. Los resultados obtenidos permitirán tomar medidas para mejorar la calidad de vida de los habitantes y promover un desarrollo sostenible en la región.

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Lamentablemente, en pleno siglo XXI, el acceso a agua potable y saneamiento sigue siendo un problema crítico en muchas regiones del mundo. Millones de personas en la mayoría de continentes carecen de una fuente confiable de agua apta para el consumo, de igual forma la falta de instalaciones sanitarias adecuadas agrava la situación. Esta realidad se concentra principalmente en zonas suburbanas y periurbanas, donde la provisión de servicios de calidad resulta particularmente desafiante (UNESCO, 2022). Si bien el agua por tuberías es la opción más económica para áreas densamente pobladas, en zonas sin redes de distribución, la población depende de pozos o sistemas comunitarios, a menudo de calidad cuestionable (ONU, 2019).

Un estudio realizado entre 2010 y 2012 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) reveló que 35 de las 159 unidades hidrológicas del Perú presentaban altos niveles de contaminación. Esta situación, caracterizada por la presencia de pH elevado, conductividad eléctrica, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, arsénico, mercurio, cadmio, plomo y hierro en el agua, representa un grave riesgo para la salud pública. El pésimo estado del agua está directamente relacionado con la proliferación de enfermedades gastrointestinales, las cuales, en muchos casos, se asocian a la falta de higiene y acceso a agua potable. Según la Organización Mundial de

la Salud (OMS), en 2018, la contaminación del agua y la presencia de patógenos en ella fueron la causa principal de muerte de 1,5 millones de niños, mientras que 1.100 millones de personas carecían de acceso a agua potable y 2.400 millones no tenían saneamiento ambiental adecuado. Es evidente que la calidad del agua en el Perú es un problema que requiere atención urgente.

Tanto el saneamiento como el agua potable han sido reconocidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2010 como derechos humanos fundamentales para la preservación de la vida. Estos recursos, esenciales para el bienestar de cada hogar, deben ser accesibles para todos sin discriminación alguna, priorizando a los sectores más vulnerables de la población. Mejorar la gestión de los recursos hídricos, así como el acceso al suministro de agua y saneamiento, es crucial para abordar las desigualdades sociales y económicas existentes. Garantizar estos derechos básicos permitirá que "nadie se quede atrás" y pueda disfrutar de los múltiples beneficios y oportunidades que el agua brinda (SUNASS).

La comunidad de Huallatiri, en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito, Puno, enfrenta la urgente necesidad de realizar un estudio exhaustivo de sus fuentes de agua. El consumo actual de agua del manantial, sin ningún tratamiento o análisis previo, genera gran preocupación debido a los potenciales riesgos para la salud de la población. Es fundamental determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para garantizar su aptitud para el consumo humano y uso doméstico. De no cumplir con los estándares establecidos, la población se expone a graves problemas de salud, lo que hace imperativo realizar este estudio con la mayor celeridad posible.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo será la calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, 2024?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será la concentración de los parámetros fisicoquímicos en el agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, 2024?
- ¿Cómo será la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, 2024?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Tchoumou (2023), en su investigación titulada "Calidad físico químico y microbiológico del agua de manantial consumida por los habitantes de los barrios de Madibou en Brazzaville, República del Congo", evaluó la aptitud del agua de manantial para el consumo humano en dicha región. Los resultados demostraron niveles elevados de nitritos, el agua del manantial supera los límites recomendados para el consumo humano en cuanto a la concentración de nitritos, lo que representa un riesgo para la salud, especialmente para bebés y niños pequeños; pH fuera del rango adecuado, el potencial de hidrógeno (pH) del agua no se encuentra dentro del rango recomendado para agua potable, lo que puede afectar su sabor, olor y capacidad para transportar nutrientes; presencia de microorganismos, se detectó la presencia de microorganismos totales y coliformes totales (CT) en el agua, indicadores de contaminación fecal y potencial riesgo de enfermedades transmitidas por agua. Por lo tanto, pone de manifiesto la necesidad urgente de tomar medidas para garantizar la calidad del agua de consumo en los barrios de Madibou, Brazzaville. La salud de la población depende de ello.

Bracho y Fernández (2018) analizaron la calidad del agua para consumo humano en la comunidad San Valentín, Ancón Bajo II, Maracaibo. Se evaluaron diez muestras de diferentes fuentes mediante parámetros fisicoquímicos, de sustancias y bacteriológicos.

Los resultados indicaron que el agua no cumple con los estándares de calidad establecidos por las normas sanitarias venezolanas ni con las pautas de la Organización Mundial de la Salud para agua potable. Se recomienda desalinizar el agua de pozo antes de su consumo y aplicar un tratamiento convencional completo al agua de la tubería de aducción. La fuente de Irragorry está altamente contaminada y no es apta para consumo humano. Los hallazgos del estudio son preocupantes, ya que indican que el agua que consume la población de San Valentín no es apta para el consumo humano. El consumo de agua con estas características puede generar diversos riesgos para la salud, incluyendo enfermedades gastrointestinales, problemas renales y otras complicaciones.

En un estudio realizado por Inga y Vanegas (2018), se evaluó la calidad del agua en las viviendas de los sectores Leg Tabacay y Oriente Alto-Bayas del cantón Azogues. Los parámetros analizados incluyeron color, turbidez, pH, conductividad, alcalinidad, dureza total, sulfatos, etc. Además, se evaluaron los coliformes totales y fecales como parámetros microbiológicos. Para el análisis de los resultados, se utilizaron pruebas estadísticas como el análisis de varianza y la prueba T de Student, con un nivel de significancia del 5%. Los resultados se compararon con las normas ecuatorianas vigentes para la calidad del agua, como la Norma INEN 1108-2014 (color, turbidez, cloro libre residual, nitritos y nitratos), la Norma INEN 1108-2006 (pH, dureza, sulfatos), la NMX 44-093-SCFI-200 (conductividad) y los estándares de AYSA (alcalinidad). En cuanto a los parámetros microbiológicos, los coliformes totales se encontraron dentro de los rangos establecidos por la Norma INEN 1108-2006 (<2 NMP/100 ml de agua)

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Mendez (2022), en su investigación "Estudio físico y químico del agua del subsuelo de Ichuña, Moquegua, Perú", evaluó la presencia de algunos metales pesados en las aguas de los tres manantiales más influyentes: Mauri, Humalzo y Totorani. Los hallazgos revelaron que los niveles de arsénico, boro y plomo superan los límites establecidos por

los ECA. El pH promedio del agua se ubicó en 8.0. Los resultados del estudio evidencian una preocupante calidad del agua en los manantiales de Ichuña.

Cordova y Muñoz (2021) llevaron a cabo un estudio para evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los manantiales Pauco uno y dos, ubicados en el distrito El Utco, provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca. El estudio empleó un diseño descriptivo comparativo y analítico, utilizando el software IBM SPSS Statistics y Excel. Se aplicó un nivel de confianza del 95%. Los resultados del estudio indicaron que los manantiales Pauco uno y dos cumplen con los estándares de calidad del agua vigentes en cuanto a los parámetros de aluminio, boro, bario, sulfato, turbidez, manganeso, cloruro, nitrato, pH, conductividad, sólidos disueltos totales y dureza total. Sin embargo, los manantiales no cumplen con la normativa vigente en cuanto a los parámetros de coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli.

En el centro poblado de Quillazu, ubicado en la región de Oxapampa, Perú, se llevó a cabo una investigación para evaluar la calidad del agua en tres captaciones: "Quillazú I Sector", "Quillazú (Progreso 01)" y "Quillazú (Progreso 02)". El objetivo principal fue determinar si los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua cumplían con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (ECA-MINAM). La investigación se basó en un enfoque observacional, prospectivo, descriptivo y longitudinal. Se recolectaron muestras de agua de las tres captaciones y se analizaron parámetros físico-químicos y microbiológicos. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba "T" de Student, procesada en el software SPSS V22. Los resultados del análisis físico-químico indicaron que se cumplía con la normativa vigente (D.S. N° 004-2017-MINAM) en cuanto a los parámetros evaluados. Sin embargo, los resultados microbiológicos revelaron que el agua no cumplía con los estándares establecidos en la normativa, presentando contaminación fecal.

Huaccha y Villena (2021); evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del

agua del Caserío Agua Blanca, Sorochuco, Cajamarca, durante marzo, junio y septiembre del 2019. Se procedió a un análisis fisicoquímico (conductividad, oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos, dureza, turbidez, aluminio, manganeso, fósforo, sodio) y microbiológico (coliformes totales y fecales). La mayoría de los parámetros fisicoquímicos cumplen con los estándares para consumo humano (categoría A1), exceso de coliformes totales (10.61 NMP/100 mL) indica contaminación fecal, los coliformes fecales (0.7 NMP/100 mL) están dentro del límite permitido. Se concluyó que, el agua requiere tratamiento y potabilización para eliminar la contaminación fecal y garantizar su consumo seguro.

Albornoz (2019), realizó un estudio para evaluar la calidad del agua en tres manantiales (Ñawin Puquio, Yuraj Puquio y Garua) ubicados en el Centro Poblado de Huacarcocha, distrito de Rondos. El objetivo era determinar si el agua cumplía con los estándares de calidad para consumo humano establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Se tomaron muestras de agua de los tres manantiales y se analizaron parámetros físicos, químicos y bacteriológicos. Los resultados se compararon con los límites máximos permisibles, para determinar si existían diferencias significativas entre los manantiales, se utilizó la prueba t de Student. Los resultados del estudio revelaron que los parámetros analizados en los manantiales analizados excedían los límites máximos permisibles. Esto significa que el agua de estos manantiales no era apta para el consumo humano sin tratamiento previo.

1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rossel (2022), se encargó de evaluar en su trabajo de indagación titulado "Control de Calidad del Agua Potable en la Ciudad de Ilave, Región de Puno, Perú" todos los parámetros evaluados (turbidez, cloro residual, temperatura, conductividad y pH) se encontraron dentro de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos por las regulaciones peruanas. Las muestras de agua tratada presentaron niveles de cloro residual inferiores al valor recomendado de 0.5 mg/L en todos los puntos de muestreo,

además se detectó la presencia de coliformes en todas las muestras de agua tomadas en los hogares. No se observó ninguna relación significativa entre la calidad del agua potable y el período de disponibilidad del agua. Implementar un programa de monitoreo más riguroso de la calidad del agua potable y fortalecer las medidas de control y tratamiento del agua.

Basándonos en la tesis de Rojas (2021), titulada "Caracterización y determinación de la calidad del agua superficial de la unidad hidrográfica Coata-Región Puno", se menciona que la cuenca presenta una variada composición geológica, desde rocas volcánicas en la zona alta hasta unidades del Cuaternario en la parte baja. Esta diversidad geológica influye en las características fisicoquímicas del agua. Por ello, las principales fuentes de contaminación son de origen antropogénico, incluyendo descargas de aguas residuales municipales e industriales, la disposición de residuos sólidos y la descarga directa de sustancias contaminantes. El estudio revela variaciones significativas en la calidad del agua a lo largo de la cuenca. En la zona alta, el 71% de los puntos de monitoreo presentan calidad regular y el 29% buena. En la cuenca media, la calidad es consistentemente buena, mientras que en la cuenca baja se observa una distribución más heterogénea: 56% buena, 33% regular y 11% mala (específicamente en el punto de monitoreo RToro2). Por eso, es necesario implementar medidas para controlar la contaminación y mejorar la calidad del agua en toda la cuenca.

Quispe y Antonio (2020), mediante su investigación titulada "Análisis comparativo de los índices de calidad de agua de los ríos Lampa y Cabanillas", revela que el río Lampa presenta una calidad de agua significativamente mejor que el río Cabanillas. El estudio determinó que el río Lampa posee una calidad de agua media, mientras que el río Cabanillas se encuentra en una categoría de media-baja. Esta diferencia se acentúa en el parámetro DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno), que indica la cantidad de materia orgánica presente en el agua. Los niveles de DBO5 en el río Cabanillas superan los

límites establecidos por las normas nacionales de calidad del agua, lo que sugiere un nivel de contaminación mayor en comparación con el río Lampa. Las causas de esta disparidad podrían estar asociadas a actividades agrícolas o industriales desarrolladas en la cuenca del río Cabanillas. La presencia de estos factores contaminantes podría estar impactando negativamente la calidad del agua en este río, deteriorando su condición en comparación con el río Lampa.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. CALIDAD DEL AGUA

El agua, elemento fundamental para la existencia de la vida tal y como la conocemos, ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo de las civilizaciones humanas desde sus inicios (Ponce, 2015).

Desde pequeños asentamientos hasta grandes metrópolis, la ubicación cerca de fuentes de agua dulce ha sido determinante para el surgimiento y prosperidad de las sociedades. En la actualidad, las áreas urbanas contemporáneas dependen en gran medida de fuentes superficiales como ríos, lagos y embalses para suplir sus necesidades de agua potable, higiene, riego e incluso generación de energía. La distribución y gestión eficiente de este recurso hídrico son pilares fundamentales para el desarrollo sostenible de las ciudades y el bienestar de sus habitantes (Auge, 2007). Sin embargo, la creciente demanda de agua, sumada a los efectos del cambio climático y la contaminación, ponen en riesgo la disponibilidad de este recurso vital. Es por ello que la concienciación sobre el uso responsable del agua y la implementación de estrategias sostenibles (SUNASS, 2018).

2.1.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

El manejo inadecuado de los excrementos humanos y las partículas de desecho puede provocar una serie de enfermedades graves, especialmente cuando el agua que se utiliza

para beber y preparar alimentos está contaminada. Estas enfermedades pueden ser potencialmente mortales, especialmente para niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos debilitados (Dirección General de Salud Ambiental, 2010).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce a los microbios, protozoos y helmintos como los principales responsables de las enfermedades infecciosas a nivel global. Estos agentes patógenos ocasionan una gran carga de morbilidad y mortalidad (Gianoli et al., 2018). Mantener una red de agua potable limpia es fundamental para la salud pública. Para ello, es crucial que la presión del agua sea la adecuada, que se controle el nivel de cloro residual y que se implemente un programa de control (SUNASS, 2018).

2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA

Los parámetros físicos y químicos del agua, como la turbidez, el pH, la conductividad y la concentración de nutrientes, sirven como indicadores de su calidad (Surita, 2022). Estos parámetros se comparan con las normas establecidas para garantizar que el agua sea apta para el consumo humano o para su uso en diferentes actividades. En Perú, la principal referencia es el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo N° 031-2010-SA (Cruz y Delgado, 2022). Para aguas superficiales y subterráneas, se consideran los estándares de calidad ambiental subcategoría A1 del Decreto Supremo número 004 - 2017- Ministerio del ambiente (Guevara y Zurita, 2021).

a. Parámetros Físicos

- **Color:** El color del agua no es una propiedad intrínseca del líquido, sino que se ve afectado por la presencia de diversas sustancias disueltas o suspendidas en él. Estas sustancias, que pueden ser de origen natural o humano, determinan la tonalidad del agua, que puede variar desde un azul claro hasta un marrón oscuro, pasando por verdes, amarillos e incluso rojizos. La medición y análisis del color del agua es un indicador importante de la calidad ambiental, ya que refleja la presencia

de material orgánico, sedimentos, hierro o incluso contaminación. Un agua con un color alterado puede no ser apta para el consumo humano (Bracho, 2018).

- **Turbidez:** El agua turbia, esa que presenta un aspecto opaco o nublado, no es solo un problema estético. Su presencia se debe a la suspensión de partículas en su interior, lo que reduce su claridad y puede ser un indicio de contaminación. Si bien la turbidez elevada puede ser causada por factores naturales como la erosión del suelo o la descomposición de la vegetación, también puede ser un signo de contaminación por microorganismos, químicos u otros agentes nocivos. La medición de la turbidez se realiza en unidades nefelométricas (NTU), y la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un límite de 5 NTU para el agua potable. Superar este límite no solo afecta la calidad del agua, sino que también puede dificultar el proceso de desinfección. Las partículas en suspensión actúan como refugio para los microorganismos, impidiendo que los desinfectantes entren en contacto con ellos de manera efectiva (Brousett, 2018).
- **Conductividad:** Es un parámetro que se encarga de establecer la cantidad de sales solubles presentes en el agua, determina la capacidad del agua para disolver sales en iones cargados positiva y negativamente. Estos iones libres permiten que la solución conduzca electricidad. Sin embargo, un valor alto de conductividad eléctrica no significa necesariamente que todos los demás parámetros del agua estén dentro de los límites normales (Solís, 2018).
- **Sólidos Totales Disueltos:** La principal fuente de sólidos totales disueltos (TDS) en suspensión son las partículas minúsculas provenientes de la erosión del suelo. Estas partículas, imposibles de separar por métodos convencionales, promueven el crecimiento de plancton en el agua, afectando negativamente su calidad. Además, los TDS pueden generar reacciones fisiológicas adversas en los consumidores, lo que convierte su presencia en un problema de salud pública (Monte, 2016).

b. Parámetros Químicos

- **Potencial hidrógeno (pH):** El pH del agua es una medida crucial que nos indica su nivel de acidez o alcalinidad. Esta propiedad se determina por la concentración de iones de hidrógeno (H^+) presentes en el agua. Un pH de 7 se considera neutro, mientras que valores inferiores a 7 indican acidez y valores superiores a 7 indican alcalinidad. La escala de pH va de 0 a 14, siendo 0 la máxima acidez y 14 la máxima alcalinidad. En general, el agua pura tiene un pH de alrededor de 7. Sin embargo, este valor puede verse alterado por la presencia de diversos factores, como la contaminación por metales pesados o la disolución de gases atmosféricos. Es importante medir el pH del agua en el lugar de muestreo, ya que este valor puede cambiar con el tiempo y la exposición a diferentes condiciones (MINSA, 2023).
- **Cloruro:** es un ion presente de forma natural en el agua, no es un contaminante en sí mismo. De hecho, es esencial para el cuerpo humano y se encuentra en pequeñas cantidades en el agua potable. Sin embargo, niveles elevados de cloruro sí pueden indicar la presencia de contaminación. Esto se debe a que la actividad humana, como la agricultura, la industria y el uso de aguas residuales, puede aumentar significativamente la concentración de cloruro en el agua (Monte, 2016).
- **Sulfatos:** La formación de sulfatos en el agua se debe principalmente a la oxidación de minerales de sulfito presentes en las rocas. Este proceso ocurre cuando el agua se filtra desde la superficie hacia el subsuelo, disolviendo estos minerales y generando compuestos sulfatados. Es importante tener en cuenta que altos niveles de sulfato en el agua pueden tener efectos adversos en la salud. Se ha observado que animales expuestos a concentraciones superiores a 1600 mg/L de sulfato experimentan diarrea. En el caso de las personas, consumir agua con niveles de sulfato entre 1000 y 1200 mg/L puede provocar un efecto laxante parecido a la diarrea animal (Auge, 2007).

- **Dureza Total:** Se define como la suma de las concentraciones de iones de magnesio, calcio, estroncio y bario, presentes en ella, expresadas en carbonato de calcio (CaCO_3). Esta medida indica la cantidad de minerales disueltos en el agua, principalmente carbonatos y bicarbonatos. Se considera que el agua blanda tiene una dureza total inferior a 60 mg/L de CaCO_3 , mientras que el agua dura supera este límite. En algunos casos, se utiliza una clasificación más detallada, donde el agua muy blanda tiene menos de 25 mg/L CaCO_3 , blanda entre 25 y 150 mg/L CaCO_3 , moderadamente dura entre 150 y 300 mg/L CaCO_3 , dura entre 300 y 600 mg/L CaCO_3 , y muy dura por encima de 600 mg/L CaCO_3 (Tarazona, 2023).
 - **Nitratos:** compuestos por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y una carga negativa (NO_3^-). Sin embargo, prácticas agrícolas intensivas, han alterado este ciclo, provocando un aumento preocupante de nitratos en aguas superficiales y subterráneas. En la Unión Europea, el nivel máximo permitido de nitratos en agua potable es de 50 mg/L, con un valor recomendado de 25 mg/L. Superar estos límites puede acarrear riesgos para la salud, especialmente en bebés y niños. Es crucial adoptar medidas para reducir la contaminación por nitratos, como el uso racional de fertilizantes, el tratamiento de aguas residuales y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles (Auge, 2007).
- c. Parámetros microbiológicos
- **Coliformes Totales:** Son un grupo de bacterias que se caracterizan por ser aerobias y anaerobias facultativas, gram negativas, no formadoras de esporas y con forma de bacilos cortos. Estas bacterias son capaces de fermentar la lactosa en un medio de cultivo específico, produciendo un color rojo metálico brillante, tras un periodo de incubación de 24 horas a una temperatura de 35°C. Su presencia en agua o alimentos indica una posible contaminación fecal, por lo que su detección es

importante para evaluar la calidad sanitaria de estos recursos (Ministerio de Salud, 2014).

- **Coliformes fecales:** Conocidos como coliformes termotolerantes, son un grupo de bacterias diminutas que habitan en el intestino de animales de sangre caliente, incluyendo humanos. Su presencia en el agua indica contaminación fecal, ya que estas bacterias son capaces de soportar temperaturas de hasta 45° C. La bacteria más común de este grupo es la Escherichia coli (E. coli). La detección de coliformes fecales en el agua potable es un indicador crucial de la calidad del agua y su potabilidad (Ministerio de Salud, 2014) .

2.1.4. MANANTIALES

Los manantiales representan una fuente de agua fundamental para numerosas comunidades rurales en todo el mundo. Estos afloramientos de aguas subterráneas, ubicados en laderas o llanuras (Rodríguez et al., 2003). Estos representan una fuente de agua vital para las zonas rurales, especialmente en regiones con acceso limitado a sistemas de tratamiento de agua a gran escala. Sin embargo, es crucial implementar medidas de mantenimiento y tecnologías apropiadas para garantizar la calidad y sostenibilidad de este recurso hídrico esencial (Brousett et al., 2018).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

AGUA: El agua es un compuesto esencial para la vida y el desarrollo de las actividades humanas (Monte, 2016). Su disponibilidad es crucial para el establecimiento de poblaciones y el desarrollo económico (Machacca, 2022).

ARSÉNICO: Es un elemento natural que se encuentra en rocas y suelos. El arsénico puede disolverse en el agua y contaminarla, especialmente en zonas con actividad minera. La exposición prolongada al arsénico a través del agua potable puede causar problemas de salud como cáncer, enfermedades cardíacas y diabetes (Organización Mundial de la Salud, 2006).

CIANURO: Es una sustancia altamente tóxica que puede estar presente en el agua de consumo debido a la contaminación industrial. Aunque también se encuentra en algunos alimentos, la exposición a través del agua potable representa un riesgo significativo para la salud (Organización mundial de la Salud, 2006).

CLORUROS: son un componente natural del agua, pero su concentración puede aumentar debido a la contaminación por aguas residuales, vertidos industriales, escorrentía urbana con sal de deshielo e intrusión salina. Niveles excesivos de cloruro en el agua pueden afectar el sabor y olor, además de corroer tuberías y equipos (Organización mundial de la Salud, 2006).

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: El agua pura es un aislante eléctrico, pero la presencia de sustancias disueltas aumenta su capacidad para conducir electricidad. Esta propiedad se mide en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S cm}^{-1}$) y sirve como indicador de la calidad del agua (Londoño, 2007).

COLIFORMES TOTALES: Son un grupo de bacterias que incluye E. coli y otras bacterias que pueden indicar contaminación fecal. La presencia de coliformes totales en el agua no significa necesariamente que la bacteria E. coli está presente, pero sí indica un mayor riesgo de contaminación. (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2018).

DUREZA TOTAL: Se refiere a la concentración de iones de calcio y magnesio disueltos. Estas sales minerales, aunque no son dañinas en pequeñas cantidades, pueden ocasionar problemas de salud y afectar el funcionamiento de electrodomésticos y tuberías si se encuentran en niveles elevados (Londoño, 2007).

ESCHERICHIA COLI: Es un indicador de contaminación fecal. Esta bacteria se encuentra en las heces humanas y animales, y su presencia en el agua potable representa un riesgo para la salud. La E. coli puede causar enfermedades como diarrea, gastroenteritis y otras infecciones graves (Gianoli et al., 2018)

MERCURIO: es un metal pesado que puede contaminar el agua a través de actividades mineras e industriales. Aunque la exposición principal al mercurio ocurre a través de la ingesta de pescado y mariscos contaminados, el agua potable también puede ser una fuente de exposición. El mercurio es tóxico para el sistema nervioso y puede causar daños graves a la salud, especialmente en niños y mujeres embarazadas (Organización mundial de la Salud, 2006).

NITRATOS: Los nitratos son un parámetro importante en la calidad del agua. En grandes cantidades, pueden indicar eutrofización de cuerpos hídricos y generar problemas de salud en bebés (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018).

OXÍGENO DISUELTO (OD): La concentración de oxígeno disuelto (DO) es un indicador crucial de la salud de un ecosistema acuático. El oxígeno es esencial para la vida de los organismos acuáticos y su nivel adecuado asegura un ambiente sano (Sensores e Instrumentación Guemisa S.L, 2007).

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH): Mide la acidez o alcalinidad del agua, indicando la concentración de iones de hidrógeno presentes. Es un parámetro importante para evaluar la calidad del agua (Londoño, 2007).

SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT): Los SDT representan la cantidad de sales inorgánicas y materia orgánica disueltas en el agua. Proviene de diversas fuentes naturales y humanas, y su concentración elevada puede afectar la calidad del agua (Organización Mundial de la Salud, 2006).

SULFATOS: Los sulfatos son liberados al agua por actividades industriales y precipitación atmosférica. Se encuentran naturalmente en aguas subterráneas y, en altas concentraciones, pueden afectar la calidad del agua (Organización Mundial de la Salud, 2006).

2.3. MARCO NORMATIVO

ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUA(ECA): El Decreto Supremo N° 004 - 2017-MINAM establece **cuatro categorías** para los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del agua, cada una con sus propios usos y objetivos. La asignación de una categoría a un cuerpo de agua se realiza considerando sus características naturales, usos actuales y potenciales. La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la entidad responsable de clasificar los cuerpos de agua según las categorías establecidas. Los ECA para Agua establecen límites máximos permisibles para diversos parámetros físico-químicos y microbiológicos, que varían según la categoría del cuerpo de agua.

DIGESA: El Anexo 01 del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA) establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) para diversos parámetros físico-químicos y microbiológicos que deben cumplirse en el agua para consumo humano en el Perú.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, no es apta para consumo humano.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de investigación está ubicada en la comunidad de Huallatiri, perteneciente al distrito de Desaguadero, provincia de Chucuito, en el departamento de Puno. Esta región se encuentra en el altiplano andino, a una altura considerable de 3,826 metros sobre el nivel del mar, brindando una vista impresionante del imponente Lago Titicaca, que se encuentra a corta distancia.



Figura 01: Ubicación de la comunidad de Huallatiri respecto a la ciudad de Desaguadero.

Fuente: Google EARTH.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

- **Población:** La población de la investigación es el agua del manantial de la comunidad de Huallatiri del distrito de Desaguadero, provincia de Chucuito del departamento de Puno.
- **Muestra:** Para realizar la presente investigación, el tipo de muestreo a utilizarse será el de muestra simple o puntual; se entiende como tomar una porción de agua en un punto determinado por lo tanto un análisis individual (protocolo de monitoreo de aguas). En la zona de estudio se tomarán 02 muestras del manantial “Huallatiri” del cual se aprovisionan de agua los miembros de la comunidad.



Figura 02: Ubicación del manantial ubicado en la comunidad de Huallatiri.

Fuente: Adaptado de las imágenes de google.maps

Tabla 01: Coordenadas del punto de monitoreo.

PUNTO DE MONITOREO	COORDENADAS	ALTITUD (msnm)
HUALLATIRI M_01	19L UTM 0413216; 8245356	3819
Ubicación donde brota el agua		
HUALLATIRI M_02	19L UTM 0413218; 8245352	3819
Ubicación donde se acumula el agua (poza)		

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo es descriptivo y diseño es no experimental, es adecuado cuando el objetivo es comprender y documentar las particularidades de un evento, situación o fenómeno sin intervenir en su desarrollo. Al ser no experimental, no se establecieron relaciones de causalidad, sino que se analizó y detalló cómo se manifiestan los diferentes aspectos del objeto de estudio en un momento determinado. La recopilación de datos se realizó mediante técnicas como la observación, entrevistas, cuestionarios o análisis de documentos, sin alterar el entorno natural.

3.3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Metodología para el análisis de parámetros fisicoquímicos:** Las muestras se recolectaron en un recipiente de al menos 1000 ml (1 litro). Independientemente del origen del agua, antes de tomar la muestra, se lavó el recipiente al menos 2 o 3 veces con el agua que se va a muestrear. Se tomaron las muestras en el mismo punto, en 2 frascos, y luego se llevaron al laboratorio en aproximadamente 24 horas.

Las muestras recolectadas fueron analizadas en el Laboratorio de Monitoreo y Evaluación Ambiental de la Facultad de Ingeniería de Minas de la UNA Puno.

Tabla 02: Metodología de los parámetros físicos y químicos.

PARÁMETROS A EVALUAR	EVALUACIÓN	METODOLOGÍA
pH	Campo	Multiparametro
C.E.	Campo	Multiparametro
Temperatura	Campo	Multiparametro
STD	Laboratorio	Multiparametro
Nitratos	Laboratorio	Kjeldahl
Demanda química de oxígeno	Laboratorio	método químico colorimétrico de reflujo cerrado

- Metodología para el análisis microbiológico:** Para este proyecto, se utilizaron recipientes de vidrio o plástico con una capacidad de entre 250 y 300 ml, debidamente desinfectados y con tapas herméticas. Las muestras se recolectaron en botellas esterilizadas, utilizando agua destilada. Estas muestras se conservaron en un cooler y se trasladaron al laboratorio en un plazo aproximado de 24 horas. Las muestras recolectadas fueron analizadas en el Laboratorio de Monitoreo y Evaluación Ambiental de la Facultad de Ingeniería de Minas de la UNA Puno.

Tabla 03: Metodología de los parámetros microbiológicos.

PARÁMETROS	EVALUACIÓN	MÉTODO
Escherichia coli.	Laboratorio	Método del sustrato cromogénico
Coliformes Totales	Laboratorio	Método de los tubos múltiples (TM)
Coliformes Termotolerantes	Laboratorio	Método de los tubos múltiples (TM)
Coliformes Fecales	Laboratorio	Método de los tubos múltiples (TM)
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copéodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Laboratorio	Método de los tubos múltiples (TM)

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 04: Identificación de las variables de investigación.

Variable	Dimensión	Indicador o definición operativa	Categoría y valores
V.I	● Parámetros	● Temperatura	Numérico
Calidad del agua.	físico - químicos.	● pH	Numérico
		● Conductividad Eléctrica.	Numérico
		● Sólidos totales disueltos.	Numérico
		● Salinidad.	Numérico
		● Oxígeno disuelto	Numérico
		● Parámetros bacteriológicos.	● Bacterias Coliformes Totales
		● Coliformes Termotolerantes	Numérico
		● Coliformes Fecales	Numérico

-
- Escherichia coli Numérico
 - Organismos de vida libre, como Numérico
algas, protozoarios, copépodos,
rotíferos, nemátodos en todos sus
estadios evolutivos
-

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

A nivel estadístico se ha utilizado las ecuaciones de la estadística descriptiva, pues los instrumentos y/o herramientas utilizados en la evaluación de los resultados obtenidos han sido: valores máximos, mínimos, promedios, tablas de comparación de valores, valores porcentuales y las correspondientes relaciones de los datos, gráficos estadísticos, para que las comparaciones sean más explícitas.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.

En el presente apartado se determina la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno.

Tabla 05: Resultados de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua.

PARÁMETROS	UNIDAD	M_01	M_02	PROMEDIO
Temperatura	°C	10.75	11.00	10.88
pH	unidad	6.95	7.18	7.07
Conductividad	umho/cm	1813	1582	1697.50
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	806	791	798.50
Salinidad	PSU	0.93	0.91	0.92
Oxígeno Disuelto	mg/L	2.53	2.53	2.53

De acuerdo a los resultados de la tabla 05, y obtenidos los promedios de las dos muestras de la presente investigación, podemos afirmar que la concentración de los

parámetros fisicoquímicos del agua del manantial de Huallatiri son los siguientes: Temperatura 10.88 °C, pH 7.07, Conductividad 1697.50 [$\mu\text{mho/cm}$], Sólidos Disueltos Totales 798.50 [mg/L], Salinidad 0.92 [PSU], Oxígeno Disuelto 2.53 [mg/L].

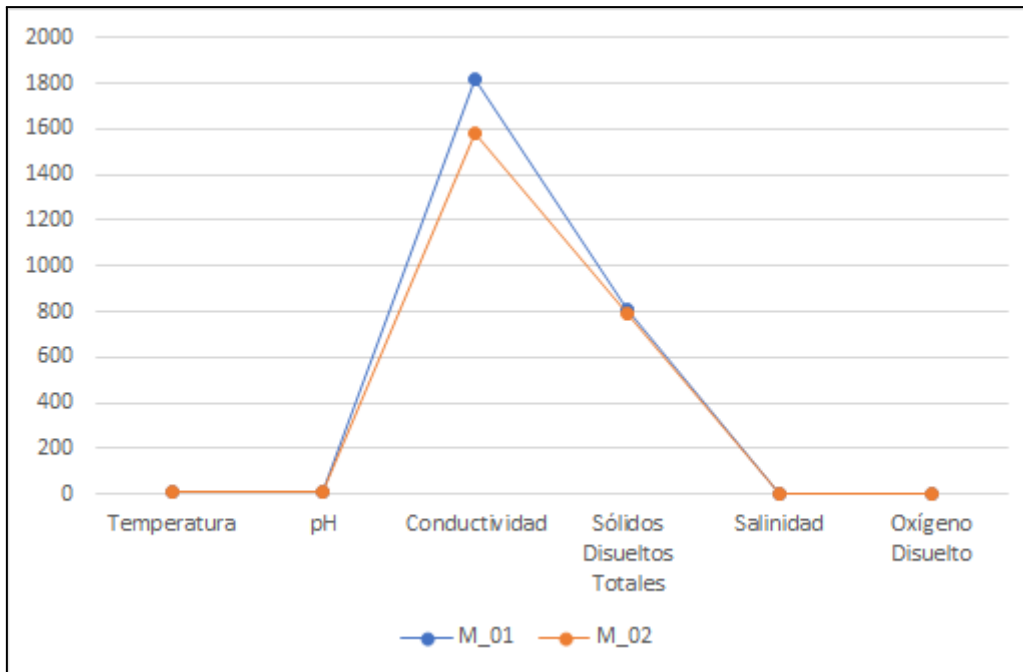


Figura 03: Comparación de los parámetros fisicoquímicos para las 02 muestras.

Conforme a la figura 03, podemos observar que los valores de los parámetros físico químicos muestran una uniformidad, es decir no se observa variación salvo en el parámetro Conductividad Eléctrica que varía de 1813 a 1582 [$\mu\text{mho/cm}$], pues se muestra una diferencia para la muestra M_01 (ubicación donde se acumula el agua [poza]) la cual es más elevada.

Tabla 06: Verificación de los parámetros fisicoquímicos del agua con los LMP del DS 031-2010-SA.

PARÁMETROS	UNIDAD	PROMEDIO	LMP	CUMPLIMIENTO
Temperatura	°C	10.88	ND	SI
pH	unidad	7.07	6.5 - 8.5	SI
Conductividad	umho/cm	1697.50	1500	NO
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	798.50	1000	SI
Salinidad	PSU	0.92	ND	SI
Oxígeno Disuelto	mg/L	2.53	ND	SI

De acuerdo a los resultados de la tabla 06, y realizada la comparación podemos concluir que a nivel de los parámetros fisicoquímicos en general no se cumplen con los límites máximos permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establecido en el DS N° 031-2010-SA; pues a pesar de que se cumplen para la temperatura, el pH, Conductividad, Sólidos Disueltos Totales, Salinidad y Oxígeno Disuelto, NO se verifica el cumplimiento del parámetro Conductividad Eléctrica pues su valor (1697.50 [umho/cm]) excede la normatividad.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Comparando los resultados obtenidos vemos que Cordova y Muñoz (2021) Evalúa varios parámetros físico-químicos (aluminio, boro, bario, sulfatos, turbidez, manganeso, cloruro, nitrato, pH, conductividad, sólidos disueltos totales y dureza total), señalando que **si cumplen los estándares normativos vigentes**. De la misma manera Huaccha y Villena

(2021) Indica que **la mayoría de los parámetros físico-químicos cumplen** con estándares para consumo humano de la categoría A1, si bien éste enfoque es más integral, destacando tanto fortalezas como riesgos específicos (contaminación fecal), y proporciona recomendaciones prácticas claras: tratamiento y potabilización del agua, a nivel de parámetros físico-químicos difieren de los nuestros.

4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.

En el presente apartado se determina la concentración de los parámetros microbiológicos de agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno.

Tabla 07: Resultados de concentración de los parámetros microbiológicos del agua.

PARÁMETROS	UNIDAD	M_01	M_02	PROMEDIO
Bacterias Coliformes Totales	NMP/100 mL	<3	<3	<3
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	20	30	25
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1	<1	<1
Escherichia coli	NMP/100 mL	<1	<1	<1
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	4x10 ⁶	5x10 ⁶	4.5x10⁶

De acuerdo a los resultados de la tabla 07 , y después de obtenidos los promedios de las dos muestras de la presente investigación, podemos afirmar que la concentración de los parámetros microbiológicos del agua del manantial de Huallatiri son los siguientes:

Bacterias Coliformes Totales < 3.0 /100 ml, Coliformes Termotolerantes 25.0 /100 ml, Coliformes Fecales <1.0 /100 mL , Escherichia coli <1.0 /100 mL y Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos fué de 4.5×10^6 [N° org/L].

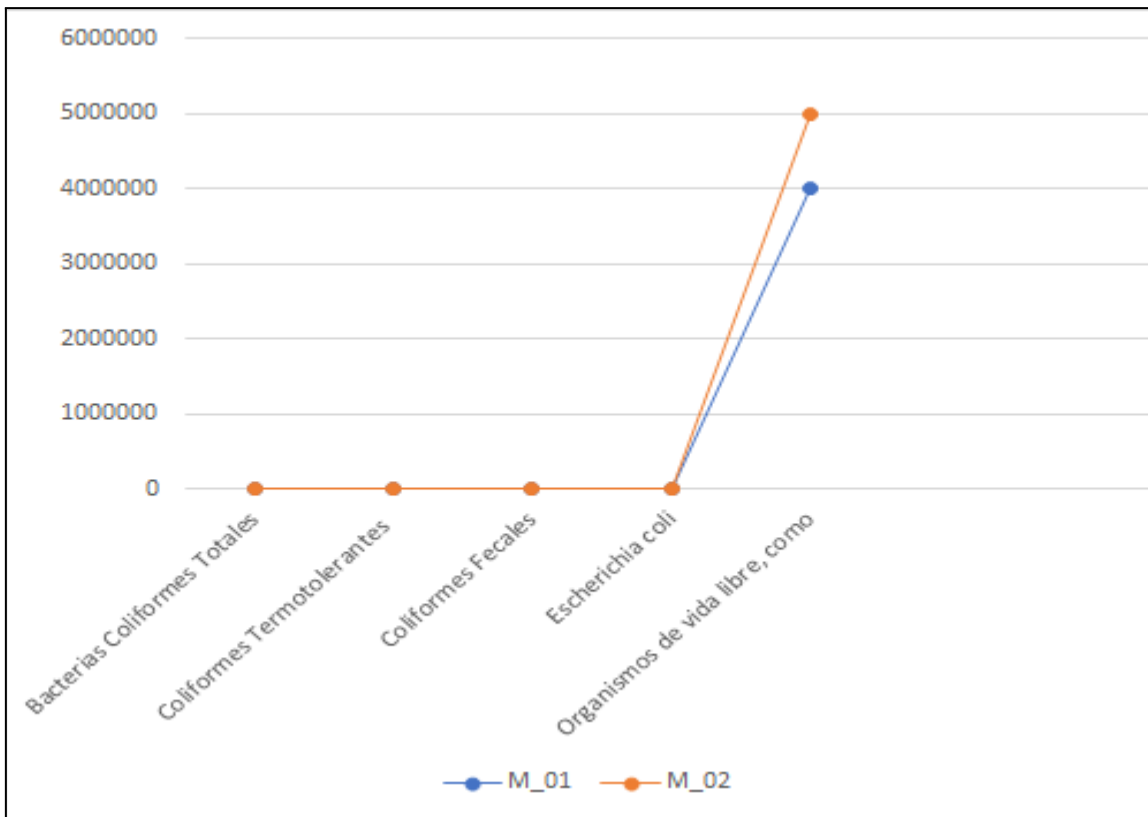


Figura 04: Comparación de los parámetros microbiológicos para las 02 muestras.

Conforme a la figura 04, podemos observar que los valores de los parámetros microbiológicos muestran una uniformidad para los parámetros: Bacterias Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Escherichia coli; para el caso de los Coliformes Termotolerantes se nota un incremento de más de la mitad en la muestra M_02, de la misma forma para el caso de los Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos) también un incremento considerable; ésto se puede explicar debido a que la muestra 01 denominada M_01 por la ubicación en el preciso lugar del brote del agua de manantial según estos resultados está menos contaminado que la muestra 02 denominada M_02, la cual tiene una ubicación a 4

metros del lugar del brote pues al ser un espacio de almacenamiento o poza muestra un incremento de los parámetros microbiológicos.

Tabla 08: Verificación de los parámetros microbiológicos del agua, con los LMP del DS 031-2010-SA.

PARÁMETROS	UNIDAD	PROMEDIO	LMP	CUMPLIMIENTO
Bacterias Coliformes Totales	NMP/100 mL	<3	<1.8	NO
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	25	<1.8	NO
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1	<1.8	SI
Escherichia coli	NMP/100 mL	<1	<1.8	SI
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	4.5x10 ⁶	0	NO

De acuerdo a los resultados de la tabla 08, y realizada la comparación podemos concluir que a nivel de los parámetros microbiológicos no se cumple con los límites máximos permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establecido en el DS N° 031-2010-SA; además debemos agregar que se han determinado valores elevados para casi todos los parámetros microbiológicos, lo cual es de preocupación si

consideramos que el agua de éste manantial es consumido directamente por los pobladores.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Debemos aclarar que se discutirán los resultados encontrados en la presente investigación a nivel de los parámetros microbiológicos, es así que Inga y Vanegas (2018) se basa en la Norma INEN 1108-2006 (Ecuador), que es menos rigurosa y menos detallada en los parámetros microbiológicos aunque señala cumplimiento en coliformes totales, no evalúa otros indicadores críticos, por lo que las conclusiones son menos completas, pues sus resultados al ser más limitado en alcance y con base en una normativa diferente, no ofrece una evaluación completa de los riesgos microbiológicos, lo que podría generar una percepción incompleta de la calidad del agua. Para un análisis confiable, sería necesario complementar sus resultados con parámetros adicionales. También se debe aclarar que de acuerdo a lo expuesto en los antecedentes, es muy raro ver que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles a nivel de parámetros microbiológicos, pues ya que los autores parten de la premisa que el agua no es de calidad, el parámetro microbiológico es más sensible a no superar las normativas vigentes.

4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.

Dada la afirmación: La calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, no es apta para consumo humano.

Planteamos la Hipótesis Nula:

H_0 = La calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, es apta para consumo humano..

Planteamos la Hipótesis Alternativa:

H_1 = La calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, no es apta para consumo humano.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 06: Verificación de los parámetros fisicoquímicos del agua y la Tabla 08: Verificación de los parámetros microbiológicos del agua; donde se puede verificar el incumplimiento de los LMP del DS 031-2010-SA; por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno analizados en el año 2024 no cumple con los límites máximos permisibles establecidos en el DS N° 031-2010-SA, por lo que se concluye que no es apta para consumo humano.

SEGUNDA: La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, no cumple con los límites máximos permisibles establecidos; siendo su valores para la temperatura 10.88 °C, pH 7.07, conductividad 1697.50 [$\mu\text{mho/cm}$], sólidos disueltos totales 798.50 [mg/L], salinidad 0.92 [PSU], oxígeno Disuelto 2.53 [mg/L].

TERCERA: La concentración de los parámetros microbiológicos de agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, no cumple con los límites máximos permisibles establecidos; siendo su valores para: bacterias coliformes totales $< 3.0 / 100$ ml, coliformes termotolerantes $25.0 / 100$ ml, coliformes fecales $< 1.0 / 100$ mL , escherichia coli $< 1.0 / 100$ mL y organismos de vida libre igual a 4.5×10^6 [$\text{N}^\circ \text{org/L}$].

RECOMENDACIONES

A la municipalidad del distrito de Desaguadero, tomar en cuenta los resultados de la presente investigación, pues una ampliación de los parámetros analizados sería propicio, pues en la comunidad de Huallatiri se realiza el consumo directo del agua del manantial analizado por parte de los pobladores.

Al presidente de la comunidad de Huallatiri, realizar un seguimiento permanente a la calidad del agua del agua analizado en la presente investigación, pues de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación los parámetros microbiológicos han mostrado un valor elevado.

A los investigadores de líneas de investigación afines al control de aguas para consumo humano, debido a que nuevas técnicas, nuevas metodologías están constantemente en evaluación y la innovación en éste área sería de gran aporte.

BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz Hilario, L. E. (2019). *Comparación de los parámetros físicos – químicos y biológicos de los tres manantiales de Inca Jircan en el Centro Poblado de Huacarcocha, distrito de Rondos provincia de Lauricocha – Huánuco, marzo - mayo del 2019*. Universidad De Huanuco, Huanuco.
- Almazan Juarez, M. T., Carreto Perez, B. E., Hernandez Castro, E., y Damian Nava, A. (2016). Calidad y clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(9), 293-305.
- Auge, M. (2007). *AGUA FUENTE DE VIDA*. Recuperado de <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/AguaFuenteVida.pdf>
- Autoridad Nacional del Agua, A. (2014). *DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL PERÚ 2000-2012*. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/212/ANA0000028.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bracho Fernandez, I., y Fernandez Rodriguez, M. (2018). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería Y Geología*, 33(3), 341352.
- Brousett-Minaya, M., Rodríguez, A. C., Turpo, M. M., Atamari, L. A., y Laura, E. L. (2018). *Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno – Perú*. 15(47-46), 22.
- Cordova Rumay, O. M., y Muñoz Terrones, M. D. L. S. (2021). *“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICO EN LOS MANANTIALES DE PAUCO 1 Y 2, CELENDÍN 2020”*. Universidad Privada Del Norte, Cajamarca.
- Corrales Ramírez, L. C., Santamaria Mosquera, Y. N., Luccioli Peña, D. A., y Castañeda Casas, M. A. (2021). Evaluación de la calidad del agua de la vereda Río Suárez

de Puente Nacional, Santander. *Nova*, 19(37), 79-98.
<https://doi.org/10.22490/24629448.5497>

Cortez Lazaro, A., Cruz Ventura, A., Hernandez Amasifuen, A., y Romero Bosseta, J. L. (2018). *Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en el río Huaura – 2018*. 17-20.

Cruz, G., y Delgado, E. (2022). *Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de consumo de la comunidad de Mollehuaca- Distrito Huanuahuanu Provincia de Caraveli- Arequipa, Febrero—Abril 2022* (PhD Thesis).

Dirección General de Salud Ambiental, D. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. , Pub. L. No. DS N° 031-2010-SA., 45 (2010).

Gianoli, A., Hung, A., y Shiva, C. (2018). Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016-2017. *INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH*, 2(3460), 10.

Guevara, O., y Zurita, I. (2021). *Evaluación de la Calidad del Agua para consumo humano del caserío La Huaca-Jaén-Cajamarca-2019* (PhD Thesis).

Huaccha Sanchez, J. S., y Villena Lozano, M. P. (2021). *“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL MANANTIAL NE-02 PARA SU CONSUMO HUMANO DEL CASERÍO AGUA BLANCA, DISTRITO DE SOROCHUCO, CAJAMARCA - 2019.”* Universidad Privada Del Norte, Cajamarca.

Hurtado Arrieta, H. J. (2021). *Evaluación de parámetros físico – químico y microbiológico para determinar la categoría de sus aguas – C.P. Quillazu – Oxapampa – 2016*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Cerro de Pasco.

Inga Ortega, A. A., y Vanegas Ortiz, D. B. (2018). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL SECTOR LEG TABACAY Y ORIENTE ALTO, DE LA PARROQUIA BAYAS DEL CANTÓN AZOGUES*. UNIVERSIDAD DE CUENCA, Ecuador.

- Londoño Gaitan, O. P. (2007). *CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y FISICOQUÍMICOS DEL SISTEMA PARA PRODUCIR AGUA DESIONIZADA TIPO II, EN UNA INDUSTRIA COSMÉTICA*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Machacca, R. (2022). *Evaluación de la Concentración de metales pesados en los efluentes líquidos residuales en la bahía interior del Lago Titicaca de la Ciudad de Puno*.
- Mendez, S. (2022). Physical and Chemical Study of Water from the Underground of Ichuña, Moquegua, Perú. *American Journal of Environmental Science and Engineering*, 6(1), 44. <https://doi.org/10.11648/j.ajese.20220601.16>
- Ministerio de Salud. (2014). *NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO*.
- MINSA. (2023). Puno: MINSA monitoreó la calidad del agua y suelo ante el afloramiento de agua ocurrido en el distrito de Paratia | DIGESA. Recuperado 16 de enero de 2024, de <http://www.digesa.minsa.gob.pe/noticias/abril2023/nota41.asp>
- Monte Perez, I. (2016). *Agua, pH y equilibrio químico: Entendiendo el efecto del dióxido de carbono en la acidificación de los océanos*. Oficina de Enlace de Comunicación Social de la sems.
- ONU. (2019). *Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. UN. <https://doi.org/10.18356/e96937a1-es>
- Organización de las Naciones Unidas, O. (2010). *El derecho humano al agua y al saneamiento*.
- Organización mundial de la Salud, O. (2006). *Guías para la calidad del agua potable PRIMER APÉNDICE A LA TERCERA EDICIÓN Volumen 1 Recomendaciones Organización Mundial de la Salud (Tercera, Vol. 1)*. Geneva: WHO Suiza:

Ediciones de la OMS,.

Organización mundial de la Salud, O. (2018). *cuarta edición que incorpora la primera adenda [Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating first addendum]*. (Cuarta Edición). Ginebra. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Ponce Vega, L. A. (2015). PUQUIOS, QANATS Y MANANTIALES: GESTIÓN DEL AGUA EN EL PERÚ ANTIGUO PUQUIOS, QANATS AND SPRINGS: WATER MANAGENT IN ANCIENT PERÚ. *Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú.*, 12(3), 279-296.

Quispe, M., y Antonio, M. (2020). Análisis comparativo de los índices de calidad de agua de los ríos Lampa y Cabanillas. Universidad Nacional del Altiplano. Recuperado de <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3275602>

Rojas, R. P. (2021). CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL, EN LA LOCALIDAD DE OCUVIRI, DISTRITO DE OCUVIRI, PROVINCIA DE LAMPA – PUNO.

Rodriguez Garcia, R., Martinez Muñoz, C., y Hernández Vizacino, D. (2003). CALIDAD DEL AGUA DE FUENTES DE MANANTIAL EN LA ZONA BÁSICA DE SALUD DE SIGÜENZA. *Rev Esp Salud Pública*, 77(3), 423-432.

Rossel, L. J. (2022). Quality Control of Drinking Water in the City of Ilave, Region of Puno, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10779. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710779>

Sensores E instrumentación Guemisa S.L. (2007). *Oxígeno Disuelto*. Madrid.

Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, S. (2018). *La calidad del agua potable en el Perú*. Publicación oficial.

Surita, N. (2022). *Diseño y caracterización del proceso de una planta de tratamiento de*

agua para consumo humano en el distrito Sondorillo, provincia Huancabamba, Departamento Piura. 1-110.

Tarazona, Y. (2022). Calidad del agua para consumo humano y su relación con enfermedades gastrointestinales en niños menores de 5 años en el Distrito de San Nicolás- Carlos Fermín Fitzcarrald, 2021. *Ciencia e Investigación*, 4(1), 78-79.

Tchoumou. (2023). Physicochemical and microbiological quality of spring water consumed by the inhabitants of the districts of Madibou in Brazzaville, Republic of CONGO. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 17(3), 356-364.
<https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.17.3.0240>

UNESCO. (2022). *AGUAS SUBTERRÁNEAS Hacer visible el recurso invisible* (p. 12) [Informe Ejecutivo]. Italia: UNESCO.

ANEXOS

Anexo 01: Análisis de laboratorio de los parámetros físico químicos.



Universidad Nacional del Altiplano
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION AMBIENTAL



INFORME DE ANÁLISIS
N° 08-LA136

ASUNTO: Análisis fisicoquímico con el multiparámetro HANNA HI98199
TESTS: "Calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri de desagadero de la provincia de Chuquito"
Procedencia: Provincia de Chuquito, Distrito de Desagadero, Comunidad de HUALLATIRI

CODIGO DE LABORATORIO: L01- LA136
N° ORDEN: LMEA - 4210 - MP - AES
FECHA DE MUESTREO: 09/07/2024
TIPO DE SERVICIO: Único
SOLICITANTE: José Antonio Mamani Ochochoque

INFORMACIÓN DE LA MUESTRAS AGUA

TIPO DE MUESTRA: Agua
DESCRIPCIÓN DEL SOLICITANTE: Análisis de parámetros fisicoquímicos
CANTIDAD DE MUESTRAS: 01/02

TEMPERATURA DEL RECIPIENTE: Ambiente
 Refrigeración

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 11/07/2024

I.- RESULTADO ANALISIS

N°	Código de muestra	Parámetros	Resultados
01	M_01	mVpH	9.6
02	M_01	pH	6.95
03	M_01	mVORP	6.0
04	M_01	%DO	36.2
05	M_01	ppmDO	2.53
06	M_01	μS/cm	1813
07	M_01	μScm ^A	1329
08	M_01	MΩ.cm	0.0006
09	M_01	ppmTDS	806
10	M_01	PSU	0.93
11	M_01	σt	0
12	M_01	°C	10.75
13	M_01	PSI	9.374



Dr. Fidel Huisa Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE MONITOREO
Y EVALUACIÓN AMBIENTAL FIM UNA

Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio se prohíbe la reproducción parcial de este sin la aprobación escrita del laboratorio



Universidad Nacional del Altiplano
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION AMBIENTAL



INFORME DE ANÁLISIS

N° 09-LA136

ASUNTO: Análisis fisicoquímico con el multiparámetro HANNA HI98199

TESIS: "Calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri de desagadero de la provincia de Chucuito"

Procedencia: Provincia de Chucuito, Distrito de Desagadero, Comunidad de HUALLATIRI

CODIGO DE LABORATORIO: L01- LA136

N° ORDEN: LMEA - 4210 - MP - AES

FECHA DE MUESTREO: 09/07/2024

TIPO DE SERVICIO: Único

SOLICITANTE: José Antonio Mamani Ochochoque

INFORMACIÓN DE LA MUESTRAS AGUA

TIPO DE MUESTRA: Agua

DESCRIPCIÓN DEL SOLICITANTE: Análisis de parámetros fisicoquímicos

CANTIDAD DE MUESTRAS: 02/02

TEMPERATURA DEL RECIPIENTE:

Ambiente
 Refrigeración

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 11/07/2024

I.- RESULTADO ANALISIS

N°	Código de muestra	Parámetros	Resultados
01	M_02	mVpH	-3.4
02	M_02	pH	7.18
03	M_02	mVORP	-2.2
04	M_02	%DO	36.5
05	M_02	ppmDO	2.53
06	M_02	μS/cm	1582
07	M_02	μScm ⁻¹	1311
08	M_02	MΩ.cm	0.0006
09	M_02	ppmTDS	791
10	M_02	PSU	0.91
11	M_02	ct	0.0
12	M_02	°C	11.00
13	M_02	PSI	9.377



Fidel Huisa Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION AMBIENTAL PM UNA

Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio se prohíbe la reproducción parcial de este sin la aprobación escrita del laboratorio

Anexo 02: Análisis de laboratorio de los parámetros bacteriológicos.



Universidad Nacional del Altiplano
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION AMBIENTAL



INFORME DE ANÁLISIS
N° 12-LA136

ASUNTO: Análisis microbiológico y parasitológicos TESIS: "Calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri de Desaguadero de la Provincia de Chucuito" Procedencia: Provincia de Chucuito, Distrito de Desaguadero, Comunidad de Huallatiri.	CODIGO DE LABORATORIO: LD1- LA136 N° ORDEN: LMEA - 4210 - MP - AES FECHA DE MUESTREO: 09/07/2024 TIPO DE SERVICIO: Único SOLICITANTE: José Antonio Mamani Ochochoque
---	---

INFORMACIÓN DE LA MUESTRAS AGUA

TIPO DE MUESTRA: Agua DESCRIPCIÓN DEL SOLICITANTE: Análisis de parámetros microbiológico y parasitológicos CANTIDAD DE MUESTRAS: 01/02	TEMPERATURA DEL RECIPIENTE: <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Refrigeración FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 12/07/2024
---	--

I.- RESULTADO ANALISIS

Código de muestra	Resultados	Unidad	Resultados
M_01	Bacterias Coliformes Totales	NMP/100 ml	<3.00
M_01	Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1.00
M_01	Escherichia coli	NMP/100ml	<1.00
M_01	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2x10 ¹
M_01	Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos)	N° Organismo/L	< 4x10 ⁶



Dr. Fidel Huisa Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL - PMA VIMA

Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio se prohíbe la reproducción parcial de este sin la aprobación escrita del laboratorio



Universidad Nacional del Altiplano
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION AMBIENTAL



INFORME DE ANÁLISIS

N° 12-LA136

ASUNTO: Análisis microbiológico y parasitológicos
 TESIS: "Calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri de Desaguadero de la Provincia de Chucuito"
 Procedencia: Provincia de Chucuito, Distrito de Desaguadero, Comunidad de Huallatiri.

CODIGO DE LABORATORIO: L01-LA136
 N° ORDEN: LMEA - 4210 - MP - AES
 FECHA DE MUESTREO: 09/07/2024
 TIPO DE SERVICIO: Único
 SOLICITANTE: José Antonio Mamani Ochochoque

INFORMACIÓN DE LA MUESTRAS AGUA

TIPO DE MUESTRA: Agua
 DESCRIPCIÓN DEL SOLICITANTE: Análisis de parámetros microbiológico y parasitológicos
 CANTIDAD DE MUESTRAS: 02/02

TEMPERATURA DEL RECIPIENTE: Ambiente Refrigeración

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 12/07/2024

I.- RESULTADO ANALISIS

Código de muestra	Resultados	Unidad	Resultados
M_02	Bacterias Coliformes Totales	NMP/100 ml	<3.00
M_02	Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1.00
M_02	Escherichia coli	NMP/100ml	<1.00
M_02	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	3x10 ¹
M_02	Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos)	N° Organismo/L	< 5x10 ⁶



Dr. Fidel Huisa Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE MONITOREO Y EVALUACION AMBIENTAL FMI UMA

Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio se prohíbe la reproducción parcial de este sin la aprobación escrita del laboratorio

Anexo 03: Matriz de Consistencia.

Título: CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL MANANTIAL DE HUALLATIRI DEL DISTRITO DE DESAGUADERO DE LA PROVINCIA DE PUNO, 2024

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OBJETIVO GENERAL				
¿Cómo será la calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, 2024?	La calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, no es apta para consumo humano.	Evaluar la calidad del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero de la provincia de Chucuito - Puno, 2024.	Vi. Calidad del agua	Parámetros microbiológicos	- Escherichi a Coli - Coliformes Totales	- El tipo de estudio: no experimental Diseño de investigación: descriptivo.
PROBLEMAS ESPECÍFICAS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		Parámetros fisicoquímicos	- pH - CE - Temperatura - STD - OD - Nitratos - Sulfatos - Cloruros Carbonatos - Dureza Total - Arsénico - Cianuro - Mercurio	Población: El agua del manantial de Huallatiri del distrito de Desaguadero. Muestra: Son 1 puntos de monitoreo se tomarán 2 muestras del punto; 1 para la evaluación de (parámetros fisicoquímico y 1 para la evaluación de microbiológicos

¿Cuál será la concentración de los parámetros fisicoquímicos en el agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA distrito de **Desaguadero** de la provincia de **Chucuito** - Puno, 2024?

Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA distrito de **Desaguadero** de la provincia de **Chucuito** - Puno, 2024.

¿Cómo será la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA distrito de **Desaguadero** de la provincia de **Chucuito** - Puno, 2024?

Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de agua para consumo humano del manantial de Huallatiri según DS N° 031-2010-SA distrito de **Desaguadero** de la provincia de **Chucuito** - Puno, 2024.

Anexo 04: Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. 031-2010-SA.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL ⁻¹	0,01
3. Aceites y grasas	mgL ⁻¹	0,5
4. Alacloro	mgL ⁻¹	0,020
5. Aldicarb	mgL ⁻¹	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL ⁻¹	0,00003
7. Benceno	mgL ⁻¹	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL ⁻¹	0,001
10. Endrin	mgL ⁻¹	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL ⁻¹	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL ⁻¹	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL ⁻¹	0,00003
14. Metoxicloro	mgL ⁻¹	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL ⁻¹	0,009
16. 2,4-D	mgL ⁻¹	0,030
17. Acrilamida	mgL ⁻¹	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL ⁻¹	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL ⁻¹	0,0003
20. Benzopireno	mgL ⁻¹	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL ⁻¹	0,03
22. Tetracloroetano	mgL ⁻¹	0,04

Anexo 05: Galería Fotográfica.



Figura 05: Inspección del lugar para la muestra.



Figura 06: Preparación del recipiente para la toma de la muestra.



Figura 07: Tomando la muestra 01.



Figura 08: Tomando la muestra 02.



Figura 09: Envasado de las muestras.



Figura 10: Almacenamiento de las muestras.



Figura 11: Traslado de las muestras.



Figura 12: Vista panorámica del lugar.