



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN
MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA
DE MOHO, PUNO 2025**

TESIS PRESENTADO POR:

Bach. RONY RONALD JAÑO AGUILA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN
MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA
DE MOHO, PUNO 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RONY RONALD JAÑO AGUILA

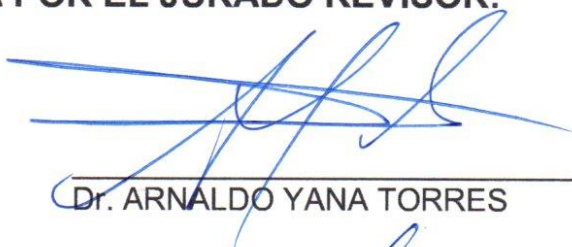
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

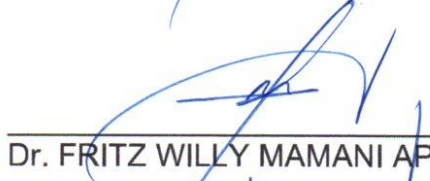
PRESIDENTE

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

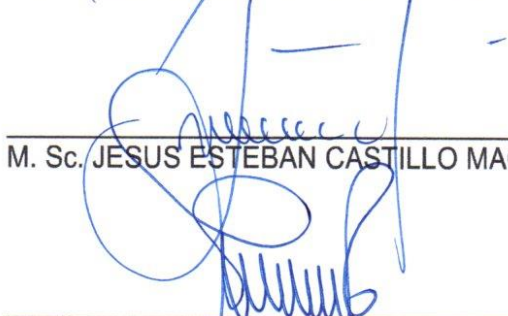
PRIMER MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:


M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:


Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 0044-2026-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 15 de enero del 2026

VISTO: El expediente N° 2025-CU-013996 presentado por el (la) Bachiller: **RONY RONALD JAÑO AGUILA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **RONY RONALD JAÑO AGUILA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

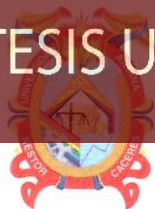
ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **RONY RONALD JAÑO AGUILA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 22 de enero del 2026
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1692-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-12237 por el señor (a): **RONY RONALD JAÑO AGUILA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1158-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 084 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RONY RONALD JAÑO AGUILA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **M.Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 084 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RONY RONALD JAÑO AGUILA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la, **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
C/P 30230



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Cesar G. Camargo Najer
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1263-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 7242, presentado por el señor (a) **RONY RONALD JAÑO AGUILA** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveedor del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 669-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RONY RONALD JAÑO AGUILA** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 669-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, designado al señor (a): **RONY RONALD JAÑO AGUILA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**, se le asigna como:

ASESOR: Mgtr. **SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2025
Interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 669-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 4720, presentado por el señor (a) **RONY RONALD JAÑO AGUILA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 471-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 036-2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RONY RONALD JAÑO AGUILA** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 036-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **RONY RONALD JAÑO AGUILA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 32730



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DIRECTOR

cc:
Archivo 2025
Interesado (a)



RONY RONALD JAÑO AGUILA

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN
MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, ...**

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:601142065

Fecha de entrega

18 jun 2026, 23:06 GMT-5

Fecha de descarga

19 jun 2026, 12:40 GMT-5

Nombre del archivo

T036_46922604_T.docx

Tamaño del archivo

11.9 MB

125 páginas

21.550 palabras

114.451 caracteres



TESIS UANCV

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RONY RONALD JAÑO AGUILA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46922604
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-0564-9831
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8660-8733
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA MAMANI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Moho Distrito: Moho Coordenadas: Latitud: -15.0149808 Longitud: -69.3652901 https://maps.app.goo.gl/9t87A9veRJHTwbzj8 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2025 – Enero 2026
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ingeniería ambiental y geológica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÉCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RONY RONALD JAÑO AGUILA, identificado con DNI
Nro. 46922604, en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

"INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL"

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR
CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025"

Asesorado por: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 23 de ENERO del 2026


Firma del Asesor


Firma del Estudiante





DEDICATORIA

A mis padres, por su cariño incondicional, su respaldo permanente y por convertirse en mi mayor inspiración en cada paso de mi camino.

A mis maestros, por su sapiencia, su tolerancia y por regalarme parte de su saber y vivencias.

A mi familia y seres queridos, por su entendimiento, fortaleza y por estar conmigo en los instantes más complicados.

A toda la gente que, de un modo u otro, hizo posible que este trabajo se llevara a cabo, les expreso mi más profundo agradecimiento.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por regalarme una vida colmada de aprendizajes, experiencias y momentos buenos y difíciles que han fortalecido mi motivación personal.

A la universidad, por haberme brindado la oportunidad de formarme y culminar mis estudios de pregrado.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, así como a sus catedráticos, por los conocimientos brindados durante mi etapa académica y por encaminarme en la ruta hacia una educación profesional de calidad.

A mi asesor, por asumir la guía de este trabajo de tesis con su capacidad profesional, apoyo constante y confianza brindada.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	5
1.4.1. Justificación practica	5
1.4.2. Justificación social	5
1.4.3. Justificación ambiental	6
1.4.4. Justificación económica	7
1.5. HIPÓTESIS	8
1.5.1. Hipótesis general	8



1.5.2.	Hipótesis específicas.....	8
1.6.	VARIABLES.....	8
1.6.1.	Variable de caracterización.....	8
1.6.2.	Variable de interés	8
1.6.3.	Operacionalización de variables	9

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1.	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	10
2.1.1.	A nivel internacional	10
2.1.2.	A nivel nacional	12
2.1.3.	A nivel regional.....	16
2.2.	BASES TEÓRICAS	18
2.2.1.	Agua	18
2.2.2.	Calidad del agua	20
2.2.3.	Manantial.....	22
2.2.4.	Procedencia de los manantiales	23
2.2.5.	Tipos de manantiales	24
2.2.6.	Usos de los manantiales	27
2.2.7.	Contaminación de fuentes de agua	28
2.2.8.	Parámetros físicos	29
2.2.9.	Parámetros químicos	30
2.2.10.	Parámetros microbiológicos.....	34
2.2.11.	Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031- 2010.....	36
2.2.12.	Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA).....	36



2.3.	MARCO CONCEPTUAL	37
2.3.1.	Calidad del agua	37
2.3.2.	Manantial.....	37
2.3.3.	Evaluación de la calidad del agua	37
2.3.4.	Parámetros físicos	37
2.3.5.	Parámetros químicos	38
2.3.6.	Parámetros biológicos.....	38
2.3.7.	Contaminación del agua	38

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	39
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.4.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	40
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	40
3.6.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	41
3.7.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.7.1.	Técnicas.....	42
3.8.	LUGAR DE ESTUDIO	43
3.9.	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	44
3.9.1.	Procedimiento metodológico para determinar los parámetros físicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.	44



3.9.2. Procedimiento metodológico para determinar los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.	47
3.9.3. Procedimiento metodológico para establecer el uso del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.....	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. RESULTADOS	56
4.1.1. Resultados de la determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM	56
4.1.2. Resultados de la determinación de los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.	66
4.1.3. Resultados del establecimiento del uso del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM ...	72
4.2. DISCUSIONES.....	80
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES	86



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	92

IX



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	9
Tabla 2 Coordenadas de los puntos de monitoreo.	43
Tabla 3 Metodología de los parámetros físicos y químicos.	46
Tabla 4 Metodologías de los parámetros microbiológicos	48
Tabla 5 Interpretación de la calificación del ICARHS.....	52
Tabla 6 Concentración de cloro residual (mg/L) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	63
Tabla 7 Relación entre los resultados de calidad del agua y los usos permitidos de los manantiales del sector Chiasi según los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.	73
Tabla 8 Establecimiento, priorización e implicancias del uso del agua de los manantiales del sector Chiasi según los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.	75
Tabla 9 Compatibilidad entre el uso actual del agua y el uso permitido según los ECA Agua en los manantiales del sector Chiasi.....	77
Tabla 10 Nivel de riesgo sanitario asociado al uso del agua de los manantiales del sector Chiasi.....	78
Tabla 11 Aptitud del agua de los manantiales del sector Chiasi según uso y normativa ECA.	79



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El agua.	19
Figura 2 Agua de Manantial.	23
Figura 3 Procedencia de los manantiales.	24
Figura 4 Manantial Artesiano.	26
Figura 5 Manantial artesiano por fractura.	27
Figura 6 Usos de las aguas de manantial.	28
Figura 7 Escalas del pH.	31
Figura 8 Rango de pH para algunas sustancias.	32
Figura 9 Coordenadas del lugar de estudio de la investigación.	44
Figura 10 Toma de muestra del Manantial 1 (M1).	45
Figura 11 Toma de muestra del Manantial 2 (M2).	46
Figura 12 Variación de la temperatura del agua (°C) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	56
Figura 13 Variación del pH del agua en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	57
Figura 14 Variación de la conductividad eléctrica del agua ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	58
Figura 15 Variación de la turbidez del agua (NTU) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	59



Figura 16 Variación de la concentración de sólidos totales disueltos del agua (mg/L) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	60
Figura 17 Variación de la dureza total del agua (mg/L como CaCO_3) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	62
Figura 18 Variación de la concentración de sulfatos del agua (mg/L) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	64
Figura 19 Variación de la concentración de sulfatos del agua (mg/L) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	65
Figura 20 Concentración de coliformes totales (NMP/100 mL) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	67
Figura 21 Concentración de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.	68



RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo evaluar la calidad del agua y el uso de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo con los ECA para Agua, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM. La metodología aplicada correspondió a un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, nivel descriptivo, con diseño no experimental y transversal, realizándose un muestreo puntual el 4 de agosto de 2025 en dos manantiales. El procedimiento incluyó medir aspectos físicos, químicos y biológicos, la comparación con los ECA Agua y el cálculo del ICA de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) para la evaluación integral de la calidad del agua. Los resultados mostraron que los parámetros físicos y químicos se ajustaron a lo que pide la normativa, registrándose valores de pH entre 6.8 y 8.01, conductividad eléctrica entre 790 y 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidez entre 2.8 y 3.5 NTU y STD entre 395 y 600 mg/L; sin embargo, los coliformes totales registraron concentraciones entre 176 y 260 NMP/100 mL, rebasando el valor permitido. El índice ICARHS clasificó la calidad del agua como "Buena", con valores de 79.38 para el Manantial 1 y 82.37 para el Manantial 2. En conclusión, El agua de los ojos de agua que analizamos no está en condiciones para que la tome la gente directo, pero sí puede ser utilizada como fuente superficial destinada al tratamiento de agua potable, siempre que sea sometida a procesos adecuados de tratamiento y desinfección.

Palabras clave: calidad del agua, manantiales, ECA Agua, ICARHS, uso del agua.



ABSTRACT

The purpose of this scrutiny was to appraise the water trait and use of springs in the Chiasi sector, Moho province, in accordance with the Surrounding Quality Yardsticks for Waves, Category 1: Inhabitants and Recreational, constituted in S.D. No. 004-2017-MINAM. The technique employed was a quantitative, descriptive procedure with a unnecessary, cross-sectional design. A single sampling was conducted on August 4, 2025, at two springs. The procedure included the determination of physiochemical and microbiological parameters, their comparison with the Surrounding Quality Standards for Waves, anyway computing of the Veneer Water Resources Ecological Quality hint (ICARHS) for a comprehensive assessment of water quality. The results exhibit that the physicochemical parameters complied with regulations, registering pH values between 6.8 and 8.01, electrical conductivity between 790 and 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidity between 2.8 and 3.5 NTU, and total dissolved solids between 395 and 600 mg/L; nevertheless, total coliforms presented concentrations between 176 and 260 MPN/100 mL, surpassing the allowed value. The ICARHS index classified the water quality as "Good," with values of 79.38 for Spring 1 and 82.37 for Spring 2. In conclusion, the waves from the assessed springs is not appropriate for direct human ingestion, but it can be utilized as a exterior water source for the production of drink water, provided it undergoes appropriate treatment and disinfection processes.

Keywords: water quality, springs, ECA Water, ICARHS, water use.



INTRODUCCIÓN

El agua representa uno de los elementos naturales más esenciales para el desarrollo de la vida, el bienestar humano y la sostenibilidad de los ecosistemas. En regiones altoandinas como en la provincia de Moho, situada en el departamento de Puno, los manantiales constituyen una fuente clave de abastecimiento para las comunidades de zonas apartadas, ya sea para el consumo de la población como para otras labores agropecuarias y domésticas. Pero qué tanta agua hay y en qué condiciones está en estos sistemas naturales se encuentran cada vez más comprometidas por factores ambientales, socioeconómicos y antrópicos que alteran su equilibrio y pueden afectar la situación sanitaria de los individuos.

Para saber si el agua que sale de los manantiales se puede beber sin riesgo, hay que fijarse en dos cosas clave: sus características físicas y químicas, y los bichos microscópicos que pueda tener. Lo primero incluye aspectos como la temperatura, el nivel de pH, qué tan turbia se ve y si hay sustancias raras mezcladas. Lo segundo tiene que ver con encontrar organismos diminutos como bacterias, virus o parásitos que puedan hacer daño. Analizar todo esto en el agua de las vertientes contribuye a descubrir posibles focos de contaminación y a comprobar que cumple con lo necesario para ser considerada potable, asegurando así que no dañe a la gente.

En el sector Chiasi, los manantiales constituyen la principal opción para conseguir agua, debido a la limitada infraestructura de saneamiento y a la dependencia histórica de estas fuentes naturales. Pese a su importancia, la información científica sistemática sobre la calidad fisicoquímica y microbiológica de estas aguas es escasa, lo que dificulta la toma de decisiones para su



adecuada gestión y protección. Asimismo, el uso cotidiano que realizan las familias de los manantiales muchas veces sin tratamiento previo plantea interrogantes sobre los riesgos sanitarios asociados y sobre la sostenibilidad del recurso en el contexto de cambios climáticos y presiones antrópicas crecientes.

En conjunto, este estudio busca contribuir al conocimiento local y académico sobre los recursos hídricos de la región Puno, como respuesta a la carencia de consolidar el cuidado del agua que no se acabe en los sectores rurales y de promover condiciones que garanticen la seguridad hídrica y la salud pública hacia el año 2025 y en adelante.

El actual trabajo de investigación se divide en cuatro capítulos. El Capítulo I, Planteamiento del Problema, plantea el problema que se encontró a nivel mundial, del país y de la zona, y de ahí salen las preguntas y las metas del trabajo. El Capítulo II, Marco Teórico, desarrolla los conceptos y fundamentos vinculados con dicho asunto. El Capítulo III, Metodología usada describe la clase y la estructura del estudio, así como la población involucrada y el segmento de ella que se evaluó, la ubicación del estudio, los materiales utilizados y el procedimiento metodológico. Finalmente, el Capítulo IV, Resultados y Discusión, presenta los descubrimientos alcanzados en cada objetivo y su análisis comparado con antecedentes. Al final del escrito se exponen las conclusiones y, posteriormente, las recomendaciones dirigidas a futuros investigadores.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

A nivel mundial, el acceso al agua segura continúa siendo uno de los desafíos más críticos para el desarrollo humano y ambiental. OMS y Naciones Unidas, advierten que más de dos mil millones de individuos consumen agua proveniente de fuentes que no cumplen estándares mínimos de calidad, exponiéndose a enfermedades hídricas, contaminación química y riesgos sanitarios persistentes. La creciente presión demográfica, la expansión agrícola, la contaminación industrial y las consecuencias del calentamiento global, considerando la variación hidrológica y la reducción de caudales deterioran progresivamente los ecosistemas acuáticos, entre ellos los manantiales, que suelen ser vulnerables a procesos de sobreexplotación y contaminación difusa.

En zonas rurales de diversos países, los manantiales constituyen fuentes primarias de abastecimiento debido a su accesibilidad y a la ausencia de infraestructura de tratamiento. No obstante, estudios recientes demuestran que estos sistemas, tradicionalmente considerados "aguas puras", pueden verse afectados por actividades humanas como el pastoreo intensivo, el uso de agroquímicos, la tala de árboles y las modificaciones en el manejo de la tierra.



En el Perú, la problemática del agua evidencia marcadas desigualdades entre zonas urbanas y rurales. Si bien existen avances en cobertura de agua potable, todavía una proporción importante de la población rural depende de manantiales, riachuelos y reservorios sin tratamiento, lo que incrementa la vulnerabilidad sanitaria. Diversos estudios realizados por ANA y MINSA evidencian que la calidad del agua en fuentes naturales frecuentemente incumple los criterios fijados por la normativa nacional, especialmente en lo referente a coliformes fecales, turbidez, pH y presencia de metales.

Las regiones altoandinas, como Puno, presentan un escenario complejo a causa de la conjunción de factores geográficos, climáticos y socioeconómicos. La actividad ganadera, la poca tecnificación del manejo de suelos, el déficit de servicios básicos y el limitado control sobre las microcuencas generan condiciones que favorecen la contaminación de los manantiales. Además, el cambio climático está alterando la disponibilidad hídrica y la recarga natural de los acuíferos, lo que incrementa la incertidumbre sobre la calidad y continuidad del recurso en los próximos años.

En el sector Chiasi, la dependencia de los manantiales es prácticamente absoluta, constituyendo el principal origen de suministro de agua para beber, las actividades domésticas y el sustento agropecuario. A pesar de su importancia estratégica, no existe un sistema de vigilancia sanitaria ni registros continuos en cuanto a la composición física, química y microbiana del agua consumida. Las familias utilizan el recurso de manera directa, sin procesos de desinfección o potabilización, lo cual eleva el riesgo de enfermedades gastrointestinales, especialmente en población vulnerable como niños y adultos mayores.



El entorno inmediato de los manantiales en Chiasi también presenta factores de riesgo. La presencia de viviendas cercanas, corrales, pastoreo extensivo y la ausencia de prácticas de protección de las fuentes aumentan la probabilidad de contaminación por materia orgánica, arrastre de sedimentos y proliferación de microorganismos patógenos. Asimismo, la falta de organización comunitaria para la gestión del agua dificulta la implementación de medidas de protección, infraestructura mínima o monitoreo participativo.

En conjunto, la situación en Chiasi refleja una problemática local que se entrelaza con tendencias nacionales e internacionales: alta dependencia de fuentes naturales, limitada infraestructura de tratamiento, amenazas ambientales crecientes y escasa gestión técnica del recurso. Estas condiciones hacen imprescindible la evaluación rigurosa del estado del agua y la caracterización de sus usos, con el fin de identificar riesgos, generar evidencia y proponer estrategias de manejo sostenible que contribuyan a favorecer el bienestar y el nivel de vida de la gente de Moho.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la calidad del agua y el uso de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM?

1.2.2. Problemas específicos

A. ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, y en qué medida cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM?



- B. ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, y en qué medida cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM?
- C. ¿Cuáles son los usos del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N.º 004-2017-MINAM?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua y uso de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N.º 004-2017-MINAM.

1.3.2. Objetivos específicos

- A. Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N.º 004-2017-MINAM.
- B. Determinar los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N.º 004-2017-MINAM.
- C. Establecer el uso del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N.º 004-2017-MINAM.



1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.4.1. Justificación practica

El actual estudio se sostiene desde el lado práctico, ya que permitirá obtener información técnica y segura acerca de la disposición física, química y biológica del agua que viene de los manantiales del sector Chiasi, la cual actualmente es utilizada por la población para diversos fines. Los hallazgos logrados contribuirán como herramienta de diagnóstico para detectar hasta qué punto se respeta de los parámetros los que fija los ECA para agua, en su categoría 1, tanto para consumo de la gente como para uso recreativo, lo cual ayuda a que las autoridades locales y los encargados de manejar el agua puedan tomar mejores decisiones.

Asimismo, el estudio aportará insumos técnicos aplicables para la formulación de medidas correctivas, planes de mejora o acciones de control sanitario, en caso se identifiquen incumplimientos normativos. La información generada podrá ser utilizada por la municipalidad, la autoridad local de salud y la comunidad organizada para mejorar el manejo, protección y uso adecuado de los manantiales, contribuyendo a una forma de gestionar más efectiva y sin riesgos del agua en el sector Chiasi.

1.4.2. Justificación social

El agua es un recurso indispensable para el bienestar, la estabilidad alimentaria y el bienestar de la comunidad en el sector Chiasi, donde los vertientes son el principal suministro de agua para que la gente tome, las actividades domésticas y la agricultura. A pesar de ello, no tener información actualizada del estado del agua ocasiona incertidumbre sobre las amenazas para la salud que afectan a la población.



Este estudio tiene un fuerte respaldo social, ya que permitirá identificar las condiciones de calidad que podrían impactar la salud pública, especialmente en niños, ancianos y comunidades rurales que tienen un acceso limitado a servicios de saneamiento. Además, proporcionará datos que ayudarán en la planificación comunitaria del recurso, dándoles a los encargados y comités de agua optar por una opción fundamentadas en evidencia.

Asimismo, la investigación promueve la intervención de la población en la vigilancia del recurso hídrico, fortaleciendo la cultura ambiental y la corresponsabilidad en la gestión del agua. De este modo, el trabajo contribuye a subir el bienestar de la gente, la garantía de agua y lo duradero que sea en el uso del agua en el sector Chiasi.

1.4.3. Justificación ambiental

La provincia de Moho se distingue por su fuerte dependencia de fuentes naturales de agua, como los manantiales, que son muy sensibles a la presión humana y a los cambios climáticos del altiplano. En la zona de Chiasi, estos manantiales forman ecosistemas hídricos delicados que pueden verse afectados por la degradación de los pastizales, el sobrepastoreo, la mala gestión de residuos, la evidencia de metales en el suelo y la erosión.

Evaluar la pureza del agua es vital para encontrar posibles amenazas ambientales, como la contaminación por coliformes, la aparición de metales nocivos, cambios en el pH o la reducción de la capacidad de recarga del acuífero. Tener acceso a esta información es esencial para proponer medidas de conservación, proteger microcuencas y gestionar de manera sostenible el recurso hídrico.



Esta investigación es de gran relevancia ambiental, ya que permitirá lograr una evaluación actualizada del estado de los manantiales y ofrecer información valiosa para que las autoridades locales, comunales y regionales implementen estrategias preventivas contra el deterioro de los ecosistemas hídricos. Además, ayuda a fomentar prácticas de uso responsable del agua, disminuir la presión sobre otras fuentes y proteger la biodiversidad que depende de estos manantiales.

1.4.4. Justificación económica

Bajo una mirada económica, la investigación se justifica porque la prevención de complicaciones ligadas a la mala pureza del agua resulta significativamente menos costosa que la atención de enfermedades, la implementación de tratamientos correctivos o la rehabilitación de fuentes contaminadas. Evaluar oportunamente la calidad del agua de los manantiales permitirá optimizar el uso de recursos económicos, orientándolos a acciones preventivas y de gestión eficiente.

Adicionalmente, disponer de información especializada sobre el estado y uso del agua puede contribuir a mejorar la productividad local, especialmente en actividades que dependen directamente del recurso hídrico, como el uso doméstico y recreacional. Esto favorece una gestión económica sostenible, al reducir gastos innecesarios, fortalecer la planificación local y promover el uso racional del agua como algo indispensable para el crecimiento del sector Chiasi.



1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

La calidad del agua y el uso de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

1.5.2. Hipótesis específicas

- A. Los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
- B. Los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM
- C. El uso del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variable de caracterización

- Uso del agua de los manantiales del sector Chiasi

1.6.2. Variable de interés

- Calidad del agua de los manantiales.

1.6.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Tipo de variable	Dimensión	Indicadores	Unidad / Escala	Técnica	
Variable de interés: Calidad del agua	Parámetros Fisicoquímicos	Temperatura	°C	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		pH	Unidad pH	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		Conductividad eléctrica	µS/cm	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		Turbidez	NTU	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		Dureza total	mg/L de CaCO ₃	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		Cloruros	mg/L	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		Sulfatos	mg/L	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		Nitratos	mg/L	Muestreo análisis fisicoquímico	y
		Coliformes totales	NMP/100 mL	Muestreo análisis microbiológico	y
Variable de caracterización: Uso del agua	Parámetros Microbiológicos	Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	Muestreo análisis microbiológico	y
		Consumo humano	Nominal	Observación directa/normativa	
	Uso poblacional	Uso doméstico	Nominal	Observación directa/normativa	
		Actividades recreativas	Nominal	Observación directa/normativa	
	Uso recreacional	Frecuencia de uso	Ordinal	Observación directa/normativa	

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. A nivel internacional

León et al. (2022) en su artículo denominado el trabajo de medir cómo está el agua de la vertiente "El Paraíso", situada en Santiago de Cuba, tuvo como meta analizar los distintos indicadores de cómo está el agua de ese lugar, que se encuentra en el poblado El Cristo. Se hicieron cinco tomas de muestras en época de seca, entre octubre de 2019 y febrero de 2020. Después, se realizó el estudio de las propiedades físico-químicas y bacteriológicas, junto con la revisión de ciertos índices que resumen el estado general del agua. Entre lo que encontraron del análisis químico en promedio fueron para: CO_3^{2-} 0.7 mg/L, HCO_3^- 418.9 mg/L, Cl^- 44.96 mg/L, SO_4^{2-} 25.15 mg/L, Ca^{2+} 106.3 mg/L, Mg^{2+} 7.92 mg/L, Na^+ 43.17 mg/L, K^+ 1.32 mg/L, NO_3^- 46.2 mg/L. Para los parámetros bacteriológicos se obtuvieron como: pH 8.1, CE 0.81 dS/m, SSD 362.5 mg/L, SE 1.9 mmol/L, CT 42 NMP/100 mL, CTT 17.5 NMP/100 mL. Concluye que el agua de ese manantial que se evaluó no está en condiciones de beberse ni de usarse para el suministro, porque los coliformes totales y los termotolerantes rebasan lo que permite la norma para agua potable, y eso es lo más preocupante para la salud humana relacionado con el estado del agua de beber, derivado de la



contaminación microbiológica, particularmente la fecal. La aparición de coliformes totales y termotolerantes (fecales) ocurre principalmente por el mal manejo de los residuales, ya sean domésticos o de origen animal.

En cambio, Reyes et al. (2022) en su estudio se evaluó qué tan buena está el agua de 6 manantiales que llevan agua a la comunidad, mediante una revisión de los rasgos físicos, químicos, los bichos y los oligoelementos presentes. Los parámetros fisicoquímicos mostraron variaciones entre temporadas. El pH osciló entre 6.7–7.8 en estiaje y 6.8–7.6 en lluvia; la temperatura fue de 22–24 °C en mayo y 20–22 °C en noviembre. La CE varió de 197.8–219 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en lluvias a 200–254 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en estiaje, y el potencial redox se mantuvo positivo (168–191.4 mV en mayo; 171–191.2 mV en noviembre). En sólidos disueltos totales (SDT), se registraron 236.15–264 mg/L en estiaje y 97.3–121.7 mg/L en lluvias. La dureza total fue de 67.5–80.6 mg/L (mayo) y 29.2–45 mg/L (noviembre). Los fosfatos (PO_4^{3-}) variaron de 0.19–5.6 mg/L (estiaje) a 0.12–4.1 mg/L (lluvias); los nitratos (NO_3^-) de 1.15–7.4 mg/L a 1.09–6.1 mg/L, respectivamente. Los carbonatos (CO_3^{2-}) y sulfatos (SO_4^{2-}) también mostraron rangos moderados dentro de ambos periodos. Sin embargo, la evaluación bacteriológica reveló contaminación fecal significativa: coliformes fecales entre 1.1×10^2 – 1.1×10^5 NMP/100 mL en mayo y 9×10^3 – 2.4×10^4 NMP/100 mL en noviembre en los seis manantiales, indicando contaminación de origen fecal en todos ellos. En conclusión, los parámetros fisicoquímicos e iones mayoritarios no rebasan los límites permitidos por la normatividad mexicana, por lo que el agua es apta para riego agrícola. No obstante, la presencia de coliformes fecales limita su uso como agua potable. El ICA confirma que, aunque adecuada para regar, el agua no es

confiable para que la tome la gente por culpa de la contaminación fecal en todos los manantiales evaluados.

Sin embargo, Reyes de la cruz (2019) en su trabajo se hizo con la meta de revisar la calidad y el uso de esa agua, usando como referencia las propiedades físico-químicas que piden las normas de México. Dentro de lo que arrojaron las mediciones de los componentes químicos del manantial situado junto a la cabecera municipal de Filomeno Mata, fueron: pH con 6.6, Nitrógeno amoniacal ≤ 0.24 mg/L, dureza total 143.9 mg/L, sulfatos 43.02 mg/L, nitratos 1.02 mg/L, nitrógeno de nitritos ≤ 0.20 LPC, SDT 748.9 mg/L, SST ≤ 6.20 CMC, cianuros totales ≤ 0.020 LPC y cloruros totales 31.94 mg/L; para el caso de los parámetros microbiológicos obtuvo: colis fecales 11 y colis totales 1.8. En referencia al uso del agua del manantial, el grueso de los interrogados replicó que la emplea para lavar la ropa que está sucia que se va acumulando en la casa. También hubo quienes dijeron que la emplean para quehaceres de la casa, como hacer de comer, lavarse y arreglarse. Concluye que, a pesar de que los aspectos químicos analizados no rebasaron lo que marca la NOM-127-SSA1-1994, en cambio los microbiológicos sí, y eso es que el agua no está limpia.

2.1.2. A nivel nacional

Antesano y Zavala (2025) en su artículo cuyo objetivo fue analizar el estado microbiológico y fisicoquímico del agua que se bebe en el manantial de Matapuquio, en Huancayo, Perú. El método: El estudio fue de tipo básico, con un diseño descriptivo comparativo, considerando estos parámetros en 4 sitios de muestreo: Colis Fecales (Termotolerantes), Colis Totales, Escherichia coli, Conductividad, pH, Salinidad, STD. Hallazgos: En los colis totales no hay evidencia de contaminación fecal. También no se encontró rastro de Escherichia



coli ($<1,0$ UFC/100mL), lo que indica que el agua es confiable para beber. Respecto a la conductividad eléctrica, las evidencias fueron apropiadas para el agua que consumimos. Las cifras de pH oscilaron entre 7,89 y 8,12, también apropiados para el consumo de las personas. El hallazgo de salinidad fue de 0,16 ppt en todas las muestras indicando poquita sal disuelta, lo que la hace apta para que la tome la gente. Finalmente, la medición de TDS en las muestras fue constante en 236 mg/L, encontrándose dentro de los topes autorizados para que se le considere agua para tomar. Los autores concluyen que durante el trabajo resalta que el manantial de Matapuquio sirve para que lo tome la gente con buenas características microbiológicas y fisicoquímicas.

En cambio, Pimentel (2024) en su trabajo sobre la idea de saber qué tan buena estaba el agua destinada a que la tome la gente en ese mananti, 2022. Dicha investigación tuvo un nivel descriptivo, con un diseño sin experimentación con enfoque cuantitativo. Realizó las mediciones en dos momentos: AGM-01 en temporada seca y AGM-02 en época de crecida durante el año 2022. Entre sus resultados obtenidos para parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos fueron: el DQO, DBO, TSS en la época de estiaje y avenida no sobrepasaron el límite permitido, referente al Nitrato en épocas de estiaje fue de 8.047 NO₃/L y en época de avenida fue de 7.832 NO₃/L; para Cromo Total en períodos de bajante presentó un 0.0008 mg/L, y en épocas de avenida fue de 0.00045 mg/L; para Arsénico Total en fases de estío fue de 0.0005 mg/L y para épocas de avenida fue de 0.00036 mg/; para aceite y grasas en épocas de estiaje y avenida fueron menores a 0.5; para oxígeno disuelto en épocas de estiaje fue de 6.74 mg O₂/L y en épocas de avenida fue de 6.82 mg O₂/L. En referencia a los indicadores microbiológicos y parasitológicos se tiene que: para lo que se mide como



organismos de vida libre y la cuenta de microalgas tanto en la períodos de bajante como en la de creciente dio Cero; en cuanto a los números de coliformes fecales y termotolerantes, cuando el agua está baja y de avenida fue inferior a 1 NMP/100 ml, respecto al parámetro de organismos de vida libre y la medición de protozoarios, en períodos de estiaje y avenida fue de Cero; para el parámetro Colis Totales, en períodos de bajante y de subida fue menor a 1 UFC/100 mL; para el parámetro Olor, en períodos de bajante y de subida fue Aceptable; para el parámetro Sabor en períodos de bajante y de subida fue Aceptable. Asimismo, para el parámetro pH, en épocas de estiaje fue 6.82 ud. pH y para épocas de avenida fue de 6.84 ud. pH. Para Conductividad, en períodos de bajante fue de 329 μ S/Cm, y para épocas de avenida fue de 332 μ S/Cm. Para turbidez, en épocas de estiaje fue de 2.04 NTU y para épocas de avenida el resultado fue de 1.07 NTU. Como conclusiones indica que, Los componentes químicos, tanto los inorgánicos como los orgánicos, se quedan dentro de los valores más altos aceptados, tanto cuando el agua sube como cuando baja; de modo que las aguas del Manantial Paccha en la Provincia de Huari se consideran seguros para que la gente los consuma. En lo que toca a lo microbiológico y parasitológico, tanto en AGM-01 (cuando baja el agua) como en AGM-02 (cuando sube), se sitúan en los rangos que se permiten fijados por el D.S. N° 031-2010-SA. Así que el Manantial de Paccha, en la Provincia de Huari, sirve para que la gente lo tome. Para los parámetros organolépticos, tanto en AGM-01 (temporada de estiaje) como en AGM-02 (época de subida del agua), también andan dentro de lo que pide la regla para que se pueda beber. En consecuencia, el agua del Manantial de Paccha es adecuada para beber.

Sin embargo, (2023) en su trabajo se planteó como meta revisar si el agua de ese manantial, ubicado en el sector de Patawasi (distrito de Checacupe, Cusco), era apta para que la tome la gente. Para eso, se fijaron dos puntos donde tomar muestras: Estange 1 y Estange 2. El estudio era de tipo básico y observacional, de nivel II; se basaron en el método hipotético-deductivo, con un diseño descriptivo, prospectivo y centrándose en los números. Los resultados de la investigación En el manantial Estange 1, algunos de los aspectos físicos y químicos medidos, como el pH (7.73), la conductividad (933.2 $\mu\text{S/cm}$), los STD (484.6 mg/L) y la turbiedad (1.76 UNT), sí entran dentro de lo que permiten los ECA y el tope máximo autorizado para agua que pueda tomar la gente. Sin embargo, la temperatura (21.5 °C), la dureza (677.55 mg CaCO_3/L), la DBO (8.4 mg/L) y el oxígeno disuelto (5.73 mg/L) se salen de esos límites permitidos por las normas que ya mencionamos. En cuanto al manantial Estange 2, valores como el pH (7.63), la conductividad (938.4 $\mu\text{S/cm}$), los sólidos totales disueltos (584.2 mg/L) y la turbiedad (1.82 UNT) también están dentro de lo que admite el estándar de calidad ambiental y el tope máximo permitido para agua de consumo humano. Con respecto a la temperatura (21.6 °C), la dureza (703.8 mg CaCO_3/L), la DBO (4.55 mg/L) y el OD (6 mg/L), estos indicadores no cumplen con los ECA ni con el límite máximo permitido para agua de consumo humano. En cuanto a los indicadores microbiológicos: en el manantial Estange 1 encontramos colis totales (33 NMP/100 ml) y coliformes termotolerantes o fecales (<1.8 NMP/100 ml); en el manantial Estange 2, pasa lo mismo: coliformes totales (33 NMP/100 ml) y colis termotolerantes o fecales (<1.8 NMP/100 ml). Todos estos sí se ajustan a los ECA (D.S. N.º 004-2017-MINAM). Pero con respecto al LMP del agua, los colis totales no son aceptables según el D. S. N.º

031-2010-SA. En lo que toca a los parámetros inorgánicos, en el manantial Estange 1 se registraron estas Las concentraciones de elementos traza en ambos manantiales cumplen con los ECA. En el primer manantial, valores como arsénico (0.00518 mg/L), nitratos (1.87 mg/L), fluoruro (0.29 mg/L) y uranio (0.0012 mg/L) se mantienen por debajo de los LMP según el D.S. N.º 0004-2017-MINAM y D.S. N.º 0031-2010-SA. Metales como cadmio, plomo, berilio y cobre estaban por debajo del límite de detección. El manantial Estange 2 mostró resultados similares: arsénico (0.00559 mg/L), nitratos (2.10 mg/L), fluoruro (0.30 mg/L) y uranio (0.00132 mg/L), todos dentro de los ECA. Ambos manantiales presentan agua segura según la normatividad peruana vigente para parámetros fisicoquímicos y elementos traza analizados y de los topes máximos que marcan esas normas. Se llega a que, en el manantial Estange, los parámetros fisicoquímicos no están dentro de lo que se exige para que el agua sea potable para la gente, tal como lo dice la normativa actual. Tampoco, en lo microbiológico, el agua es apta para que las personas la consuman. No obstante, considerando únicamente los parámetros inorgánicos, el agua sí reúne las características para ser bebida.

2.1.3. A nivel regional

Según Condori (2025), en su trabajo de tesis tuvo la finalidad de valorar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en los manantiales de dicha localidad, cumpliendo con los ECA, categoría 1 para que lo use la gente y para divertirse conforme al D.S. N.º 004-2017-MINAM. La investigación empleó un diseño sin experimentación de alcance descriptivo. Su estudio fue realizado en tres manantiales pertenecientes a la parcialidad Huerta Parque. Los hallazgos mostraron que: pH (7.42, 7.62 y 7.51), temperatura (10.88 °C, 9.59 °C y 9.14 °C),



conductividad eléctrica (654 $\mu\text{S/cm}$, 915 $\mu\text{S/cm}$ y 622 $\mu\text{S/cm}$), STD (326 mg/L, 457 mg/L y 313 mg/L) y oxígeno disuelto (5,71 mg/L, 5,56 mg/L y 5,90 mg/L) en los manantiales, respectivamente, se ajustan a los ECA, a excepción del oxígeno disuelto, cuyas mediciones (5,73 mg/L, 5,56 mg/L y 5,09 mg/L) resultaron debajo de lo que se exige, tal vez por razones naturales como la altura y la presión del ambiente.

En cambio, Quispe (2025) midió sus rasgos físicos, químicos y bacteriológicos”, su objetivo general fue medir el estado del agua del manantial en el barrio Orkapata de Puno, 2024. Desarrolló un estudio de carácter descriptivo y tomó una muestra puntual. Entre sus resultados, para los parámetros fisicoquímicos se obtuvieron: pH 7.45, conductividad eléctrica 0.92 [$\mu\text{mho/cm}$], temperatura 14.66 °C, STD 0.00044 [mg/L], dureza total 463.5 [mg CaCO_3/L], alcalinidad 310.53 [mg CaCO_3/L], cloruros 70.93 [mg Cl^-/L], sulfatos 154 [mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$], nitratos 0.7 [mg NO_3^-/L], calcio 124.63 [mg Ca^{2+}/L] y magnesio 36.67 [mg Mg^{2+}/L], lo que evidencia que esos resultados cumplen con los tope máximos que marca la norma que regula la calidad del agua (D.S. N° 031-2010-SA); en cuanto a los indicadores microbiológicos, estos fueron: para coliformes totales 30 [NMP/100 ml] y colis termotolerantes igual a 7 [NMP/100 ml] unos valores que se salen de las cifras tope aceptadas por la norma actual. La investigación concluye que el agua del manantial del barrio Orkapata en Puno, durante el 2024, no sirve para que la tome la gente según lo que exige el D.S. N° 031-2010-SA. Eso sí, los análisis muestran que las propiedades físico-químicas están dentro de lo permitido, pero los aspectos microbiológicos no alcanzan los estándares requeridos, y eso es un peligro latente para la salud de la comunidad.

Sin embargo, Caso (2024) en su investigación se propuso como meta revisar si el agua de esos dos manantiales era apta para que la tome la gente, tomando como referencia el DS N° 004-2017-MINAM. La forma en que lo hicieron fue descriptiva y sin experimentación, siguiendo el Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales, como lo pide el D.S. N° 004-2017-MINAM en su categoría 1. Se recolectaron 4 muestras: dos del manantial Titin Phuju y dos del manantial Q'uispe Phuju. Lo que arrojó la evaluación de los aspectos fisicoquímicos de los manantiales fue que el pH, conductividad, nitratos, cobre, hierro, zinc, calcio, magnesio, potasio y sulfatos cumplen con los estándares nacionales, ubicándose dentro de los márgenes permitidos por el DS N° 004-2017-MINAM, lo que evidencia una gestión ambiental efectiva y un estado del agua adecuado. En cuanto a los aspectos microbiológicos, estos señalan que los manantiales hoy por actualmente no reúnen esos patrones de calidad para ser estimados confiables para que la gente los tome sin tratarlos antes. En resumen, el estudio sobre las propiedades fisicoquímicas en los manantiales mostró que ambos están dentro de los ECA y que el agua es apta para que la gente la beba. Pero los resultados microbiológicos arrojaron niveles elevados de coliformes totales y *Escherichia coli*, lo que denota un posible trastorno para la salud. Aquellos descubrimientos evidencian la existencia de polutantes fecales por la gestión incorrecta de basuras.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Agua

El agua es una mezcla que resulta de juntar dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, que en química se escribe como H_2O . Esta combinación le da

una forma molecular única: el oxígeno va en el medio y los dos hidrógenos se le pegan con un ángulo de 104.5° , formando una especie de "V". Esta forma angular es clave porque le da al agua su carácter polar, o sea, el lado de los hidrógenos tiene una carga positiva parcial y el lado del oxígeno, una carga negativa parcial (Maceira).

El agua es un recurso único e irremplazable del que hay poca cantidad. Como es clave para la vida, las sociedades y las economías, tiene un montón de valores y ventajas, pero, al contrario que con casi todos los recursos valiosos, se ha visto que su valor "de verdad" es muy complicado de medir (ONU para la Educación, 2021).

Figura 1

El agua.



Nota. Imagen recopilada de (ENFOQUE, s.f.).

(articwater, s.f.) El agua cuenta con rasgos únicos que la hacen necesaria para el ser humano y para la vida en general. Así se tienen:

a) Propiedades físicas del agua:

Las cualidades físicas del agua se manifiestan en los tres estados en que se presenta la materia de natural en estado líquido, sólido y gaseoso. Esto genera que el líquido se encuentre en distintas versiones por todos lados, ajustando el clima y echando humedad a los hábitats y al cuerpo de la gente.

b) Propiedades químicas del agua:

Respecto a las propiedades químicas del agua, tenemos las siguientes particularidades:

- ❖ El óptimo disolvente natural: Gracias a su polaridad, el agua puede disolver sales, azúcares, vitaminas y minerales. Esto es fundamental para que el organismo pueda absorber los nutrientes que consumes en los alimentos.
- ❖ pH neutro (7): No es ácido ni alcalino, así que es perfecto para mantener el balance interno del cuerpo y no modificar el pH natural de los tejidos.
- ❖ Toma parte en transformaciones químicas clave: el agua actúa junto a otros compuestos, posibilitando la digestión, el barrido de toxinas y numerosos procesos bioquímicos del ser vivo.
- ❖ Conexiones de hidrógeno: Gracias a estos enlaces moleculares, el agua tiene características especiales como aguantar el calor, disolver cosas y quedarse líquida en muchas temperaturas distintas. Así se mantiene estable en el cuerpo de la persona y puede hacer las funciones que necesita para vivir.

2.2.2. Calidad del agua

(e-Lab, s.f.) La calidad del agua es esa información que nos indica cómo se halla el agua respecto con sus cualidades químicas, físicas y biológicas, y todo depende del uso que le pensemos dar, una misma agua no vale para todo y unos determinados valores no implican la misma calidad.



Cuando se mide, hay que considerar la secuencia completa. En primer lugar en su fuente: embalses, pozos, ríos, etc. Después en las conocidas ETAP (Estaciones de Tratamiento de Agua Potable) y al final en su destino, La persona que lo usa. En cada paso influyen varios aspectos y unos valores determinados.

En tanto el análisis de cómo está el agua desde una mirada multidisciplinario tiene la meta de indagar la naturaleza biológica y fisicoquímico del líquido y su vínculo que existe con la pureza natural y sus consecuencias dañinas en la salud humana. Según lo que arrojan los análisis de agua y los informes de laboratorio, siempre hay presentes componentes orgánicos, minerales y gases, además de bichos microscópicos que aparecen por culpa del clima y de las actividades humanas. Por otro lado, la contaminación del agua producto de los desechos de casas y fábricas, y sobre todo las malas formas de tratar de la tierra, están provocando que las fuentes de agua se vayan acabando o se deterioren.

Por eso, cuando el agua tiene valores muy por encima de lo normal en ciertos indicadores, termina perjudicando tanto a los hábitats como a los seres humanos. El agua, después de que la usamos y nos da el servicio, vuelve a meterse en su ciclo natural, pero si no recibe ningún tratamiento, le hace mucho daño al ambiente. Al final, el estado del agua se mide comparando los topes máximos permitidos con los números que salen en los análisis de laboratorio (Cifuentes, 2004). Eso sí, la OMS estableció cinco tipos de indicadores que el agua debe cumplir para ser aceptable, y no pueden pasarse de ciertos topes: los microbiológicos, los radiactivos, los físicos, los químicos y los organolépticos. Si no se respetan, pueden hacerle daño a la salud de la gente, como pasa con los coliformes fecales, la salmonela o la E. coli. (Cordain, 2005)

El agua que usamos para beber viene de dos lugares. Una son las fuentes superficiales, o sea, las que están a flor de tierra: lagos, lagunas y ríos. La otra son el agua que corre por dentro de la tierra, almacenada en esas capas profundas, esos espacios bajo tierra que se llenan cuando el agua de la superficie se filtra. Esa agua termina saliendo a través de manantiales y pozos. En ambos casos, si cualquiera de los indicadores que se miden sube más de lo debido, ya es señal de que algo anda mal, ya sea contaminación física, química o bacteriológica (Fawell & Nieuwenhuijsen, 2003)

2.2.3. Manantial

(peñaclara, 2022) Un manantial es un lugar donde el agua que está bajo tierra sale de forma natural a la superficie, ya sea en el suelo o directamente en el cauce de un arroyo, lago o mar. Esta palabra viene del latín, del participio "manans", que significa que corre, que brota o que surge.

Normalmente, el agua de los manantiales empieza siendo lluvia que se metió en la tierra y se fue filtrando en las rocas de abajo que tienen poros, como la piedra caliza y la arenisca, y que pueden guardar agua. Estas capas de roca se llaman acuíferos.

Los manantiales son donde nacen muchos arroyos y también algunos estanques. Pueden ser apenas gotitas que filtran o chorros, y hasta el punto de partida de ríos grandes.

Los manantiales son la procedencia de aguas subterráneas de más sencillo acceso, en cuanto a su captación y aprovechamiento. (Roberti Pérez)

Figura 2

Agua de Manantial.



Nota. Imagen recopilada de (Valdivieso).

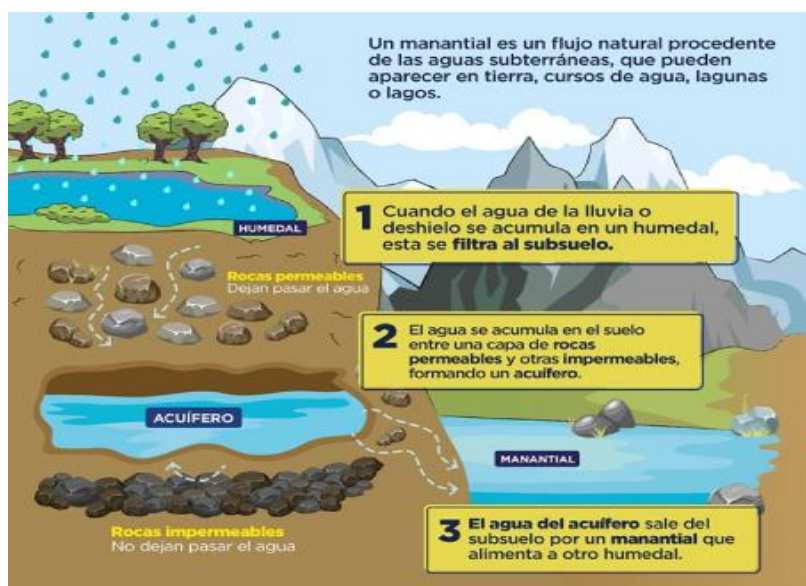
2.2.4. Procedencia de los manantiales

Los manantiales son los bienes de agua más valiosos que tenemos en el país, ya que son el mayor reservorio de agua dulce para que las personas la aprovechen y les sirva. Según esta imagen se puede apreciar se puede observar de dónde vienen los manantiales. (MINAM, 2022)

Un manantial, o surgencia, es una chorrera natural de líquido que brota de la tierra o de entre las rocas. Puede durar todo el año o solo una temporada. Nace cuando el agua producto de las lluvias o del deshielo se filtra en un lugar y vuelve a salir en otro más abajo

Figura 3

Procedencia de los manantiales.



Nota. Imagen referenciada de (MINAM, 2022).

2.2.5. Tipos de manantiales

(imp METRICA, 2023) Existen diversas clases de manantiales, cada una con particularidades propias que las distinguen. Seguidamente, se muestran varios de los tipos más frecuentes de manantiales:

1) Manantial de flujo perenne

Estos manantiales corren sin parar durante todo el año, sin considerar cómo esté el clima. Son famosos por su abastecimiento de agua continuo y son esenciales para que los ecosistemas acuáticos se mantengan.

2) Manantial de intermitente

Estos manantiales salen y paran, lo que quiere decir que la cantidad de agua que tiran se mueve según la temporada o el tiempo que haga. Pueden secarse por completo en los tiempos de sequía y volver a salir cuando llegan las lluvias.

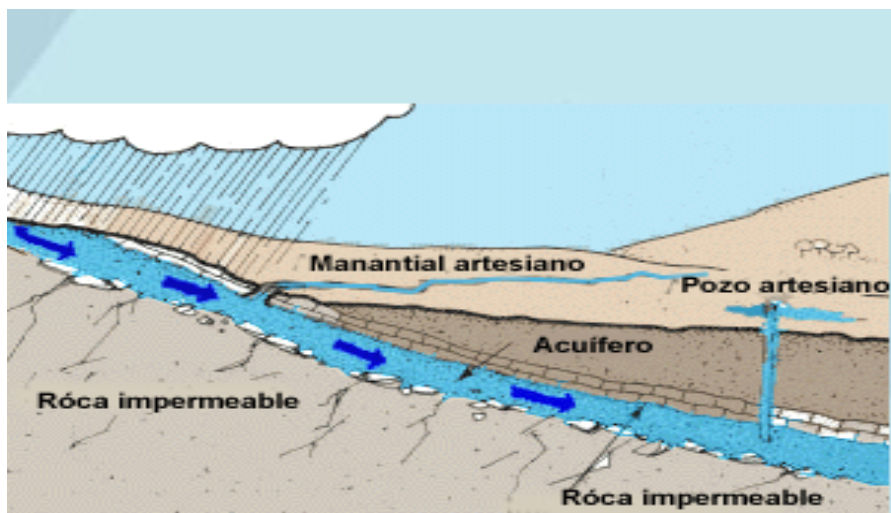
3) Manantial artesiano



Los manantiales artesianos son esos en los que el agua sale sola a flor de tierra por la presión que tiene el agua que está guardada bajo tierra en un acuífero. Estos manantiales casi siempre mantienen un chorro continuo y tienen mucho prestigio por lo limpias y buenas que son.

Asimismo, (SOLAN DE CABRAS, s.f.) menciona que los manantiales son muy diversos, tanto por dónde vienen geológicamente como por cómo actúan. Según cómo se forma el chorro de agua, cuánto dura o el tipo de suelo. Primero, se puede diferenciar entre los que siempre tienen agua y los que solo aparecen en ciertas épocas. De allí salen los diferentes tipos:

a) Artesianos: aparecen cuando el agua se queda presa entre capas que no la dejan filtrarse y, por la presión, se abre paso hasta arriba. Dicho de otra forma, la tierra hace de "bomba natural".

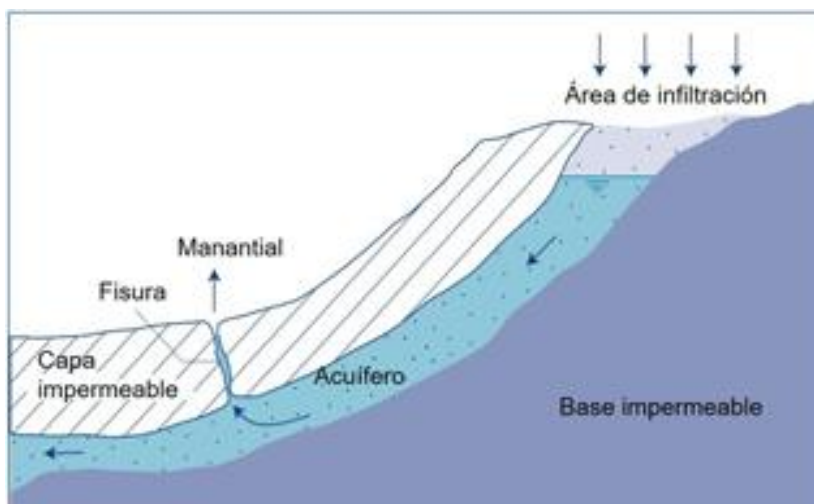
Figura 4*Manantial Artesiano.*

Nota. Imagen referenciada de (Food and Agriculture Organization, 2016).

- b) De contacto:** surgen cuando un acuífero permeable se encuentra con una capa menos permeable, obligando al agua a emerger lateralmente al romper ese contacto geológico.
- c) Por fractura o falla:** se abren paso por grietas o roturas de las piedras; el agua que está bajo el suelo se topa con una "raja" que la saca para fuera.

Figura 5

Manantial artesiano por fractura.



Nota. Imagen considerada de (Ochoa J.).

d) Manantiales de filtración o fondo de valle: el agua se cuela despacio por la grava, la arena u otros materiales que dejan pasar el agua hasta que sale en zonas bajas. Su chorro suele ser más tranquilo.

e) Aguas termales: aunque no se ven mucho en el mundo del agua envasada, hay manantiales donde el agua nace más caliente de lo corriente, por causa de volcanes o del calor interno de la tierra.

2.2.6. Usos de los manantiales

El agua de los manantiales se usa principalmente para el aprovisionamiento de agua para beber, el cultivo y ganadería, el uso industrial y con fines recreativos y turísticos. Además, son vitales para el mantenimiento de ecosistemas al regular el ciclo hidrológico y sostener ríos y lagos, y también tienen usos medicinales.

Figura 6

Usos de las aguas de manantial.



Nota. Imagen referenciada de (Barron Ruelas, 2024).

2.2.7. Contaminación de fuentes de agua

El agua se contamina cuando cosas dañinas —generalmente químicos o bichos microscópicos— se meten en un arroyo, río, lago, océano, manto subterráneo o cualquier otro lugar con agua, echando a perder su calidad y volviéndola peligrosa tanto para las personas como para la naturaleza. (Denehak, 2023)

Los agentes que ensucian el agua son muy variados y, muchas veces, no se ven a simple vista. Entre los que más se ven están los fertilizantes, plásticos, aguas sucias, medicamentos, hormonas, químicos de fábricas, productos derivados del petróleo, metales tóxicos y lo que arrastran las minas. (Midgley, s.f.)

El agua de ríos y lagos (la superficial) cubre cerca del 70 por ciento del planeta, y es la que ocupa los océanos, lagos, ríos y todas las demás áreas azules de nuestro mundo. El agua superficial que procede de manantiales de agua dulce (o sea, de fuentes distintas al mar). El daño por demasiados

nutrientes, como los nitratos y fosfatos, es la que más se ve en estos lugares de líquido dulce. Aunque los vegetales y los animales necesitan estos nutrientes para desarrollarse, se han transformado un gran problema por culpa de los restos de la agricultura y lo que arrastran los fertilizantes cuando llueve. Los desechos de ciudades y fábricas también añaden su parte de venenos. Y sin olvidar toda la porquería que tanto la industria como la gente tira directamente a los ríos y arroyos. (Denehak, 2023)

2.2.8. Parámetros físicos

a) Temperatura:

La temperatura es un indicador bien importante para saber cómo está el agua, porque de ella depende el comportamiento de los bichos microscópicos y de otras propiedades físicas que tiene el agua, por ejemplo la conductividad, el pH y el oxígeno que tiene disuelto. Si la temperatura sube, eso provoca que empiecen a salir muchos hongos y que la vegetación acuática termine cambiando (Metcalf, 1995)

b) Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica nos mide qué tanta sal soluble hay en el agua, esa sal que se separa en partículas con carga positiva y negativa, que son las que permiten que pase la electricidad. Pero ojo: que este indicador físico esté bien no significa que los demás valores también anden dentro de lo normal, aunque ayuda a que el agua se mantenga más o menos estable

c) Turbidez

De igual forma, la turbiedad ese aspecto físico del agua que hace que no pase bien la luz del sol se debe a materiales que no se disuelven y a partículas que flotan en suspensión, algo muy común en las aguas superficiales debido a

actividades de origen humano o a causas naturales. El agua turbia es difícil de depurar y filtrar, llega a generar sedimentos en las tuberías, se ve fea y fea, y además puede hacerle daño a los ecosistemas acuáticos: reduce las manifestaciones de oxígeno en el fluido y facilita la aparición de bacterias que se aprovechan para crecer. (Metcalf, 1995)

d) Sólidos Totales Disueltos

La mayor parte de esos sólidos totales que se encuentran disueltos o suspendidos vienen de la erosión del suelo. Son partículas tan minúsculas que no se pueden aislar a simple vista, y lo cierto es que también ayudan a que crezca el plancton en el fluido. Mas eso perjudica la calidad del agua y termina provocando reacciones en el cuerpo que no son nada buenas para quien la toma (Sawyer, 1994)

2.2.9. Parámetros químicos

a) pH:

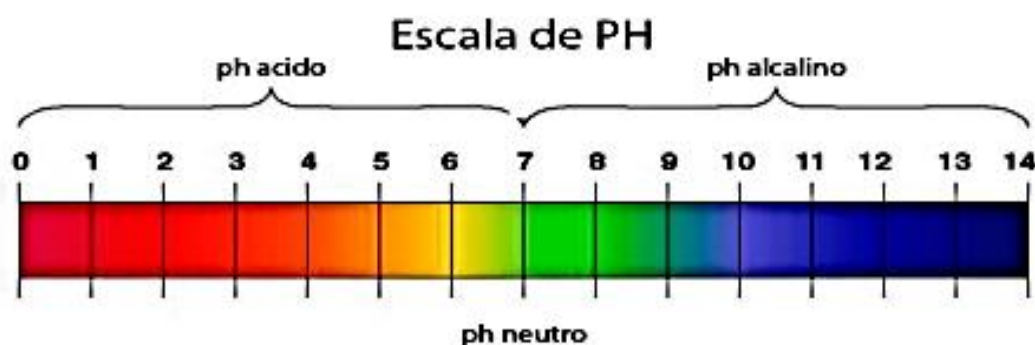
El pH es una forma de medir qué tan ácida o qué tan alcalina es una mezcla. En concreto, el pH mide el número de partículas de hidrógeno con carga positiva que hay en algo. La abreviación quiere decir "potencial de hidrógeno". (Gonzales T. , 2011)

El pH se lee en una escala del 0 al 14 cuando hablamos de mezclas con agua. Si el pH es menor de 7, la cosa es ácida; si es mayor de 7, es alcalina. Un pH igual a 7 quiere decir que la sustancia es neutra. Las aguas naturales pueden volverse ácidas por varias razones: porque tienen dióxido de azufre o dióxido de carbono disueltos del aire, porque arrastran carbonatos de suelos con cal, porque vienen de seres vivos en descomposición, o por el ácido sulfúrico que

sueltan algunos minerales. Y si el agua está contaminada por descargas de fábricas, puede tener un pH muy ácido. (Díaz de Santos, 1992)

Figura 7

Escalas del pH.



El valor del pH también nos sirve cuando queremos saber si el agua tiende a corroer tuberías o a formar sarro, y es importante en las plantas donde se trata el agua. El pH puede cambiar los resultados al momento de desinfectar el agua, y nos da una pista clave para decidir qué método usar. En general, los valores de este indicador andan dentro de lo habitual; solo en la red de reparto de San Jerónimo resultó un poco elevado, pero todavía dentro de los límites que permite el país. (Clara, 2005)

Figura 8

Rango de pH para algunas sustancias.



El pH modifica las reacciones químicas y biológicas del fluido. A la mayoría de los seres vivos acuáticos les va bien entre 6,5 y 8,5. Si el pH se pasa de esos números, la diversidad suele caer, porque los animales que no están preparados para eso se estresan. Un pH bajo también puede provocar que sustancias tóxicas se movilicen o estén disponibles para los animales. Los valores del 0 al 7 en la escala señalan las soluciones ácidas, y del 7 al 14 señalan las alcalinas. Mientras más ácida es una materia, más próximo estará su pH de 0; cuanto más alcalina, más próximo estará de 14. (Díaz de Santos, 1992)

b) DBO:

(Gonzales, Orozco, Perez, & Rodrigues, 2003) La DBO es el indicador que se usa para saber la cantidad de materia orgánica que se pudre hay, y se saca midiendo cuánto baja el oxígeno disuelto en el agua después de tenerla en

reposo 5 días a 20 grados. Si la DBO5 sale alta, es señal de que hay mucha materia orgánica que se puede descomponer:

Agua bien limpia: la DBO5 sale por debajo de 3 ppm de O₂

Pureza más o menos: entre 3 y 5 ppm de O₂

Agua sucia: más de 8 ppm de O₂

Aguas residuales de ciudades: entre 100 y 400 ppm de O₂

Es el oxígeno (en mg/L) que los bichos aeróbicos necesitan para romper la materia orgánica. Lo más común es usar la DBO5, que mide cuánto oxígeno se han comido esos organismos después de cinco días. (Yana, 2014)

c) Oxígeno disuelto

Qué tanta cantidad de oxígeno disuelto hay es una señal bien clave para saber cómo está el agua, porque es algo que necesitan sí o sí los seres vivos que viven ahí: los peces requieren niveles más altos de oxígeno, mientras que las bacterias se conforman con menos. La ley de Henry nos dice que qué tanto oxígeno se disuelve varía según la presión, y también cambia con la temperatura. Para que una cantidad de agua se piense como escasamente contaminado, debe tener al menos más de la mitad del oxígeno que podría tener con esa presión y ese nivel de calor. (Gonzales, Orozco, Perez, & Rodrigues, 2003)

d) Sulfatos:

La mayoría de los compuestos de sulfatos vienen de que el mineral de sulfito se oxida cuando el agua se mete desde la parte de arriba hacia las aguas subterráneas, atravesando capas de roca. Si los sulfatos pasan de 1600 mg/l, pueden darles diarrea a los animales. En las personas, tomar concentraciones de entre 1000 y 1200 mg/l posee efecto purgante. (Severiche & Gonzales, 2012)

Tomar agua con altos niveles de sulfato puede traer problemas estomacales, como deshidratación, irritación en el estómago y los intestinos, y hasta gastritis. También hace de laxante, sobre todo cuando se mezcla con calcio y magnesio. Si los sulfatos superan los 400 mg/l, ya dañan la calidad del agua y no sirve para que la tome la gente. (Metcalf, 1995)

e) Alcalinidad Total:

La alcalinidad del agua es lo que sirve para contrarrestar los ácidos, o sea, la cantidad total de todas las bases que se pueden medir. Ese valor puede cambiar bastante según el pH que se use como punto de corte. Los componentes químicos que más aportan a los componentes de la alcalinidad en aguas naturales son el bicarbonato, el carbonato y los iones de hidroxilo. Estos proceden del dióxido de carbono del ambiente y también como sobra de la descomposición de materia orgánica por parte de microbios, además de minerales que están en las rocas y los suelos. La alcalinidad juega un papel muy importante al limpiar el agua, porque de su concentración depende la cantidad de productos químicos que se echan. Si la alcalinidad es muy baja, toca crearla artificialmente echándole compuestos alcalinos, como cal hidratada o sosa, para lograr lo que se necesita. Si la alcalinidad es muy alta, se hace al revés: se le agrega ácido al agua hasta que tenga la cantidad justa de alcalinidad para que reaccione bien con el sulfato de aluminio o con el producto que se esté usando. (Organización Panamericana de la Salud., 1998)

2.2.10. Parámetros microbiológicos

a) Coliformes totales:

Las bacterias coliformes nos sirven como señal de que el agua puede estar contaminada, o sea, si aparecen es porque andan por ahí elementos dañinos

que echan a perder la calidad del agua. Estas bacterias necesitan ciertas condiciones para sobrevivir. Los colis totales son bacterias que habitan en el entorno, y su principal rasgo es que pueden vivir con o sin oxígeno, no forman esporas y tienen forma alargada. Para medirlas, se dejan crecer en un cultivo especial durante 24 horas a 35°C. El tope máximo aceptado según el D.S N° 031-2010-SA es de 0 UFC por cada 100 mL a 35°C. Y si se usa la técnica de NMP con tubos múltiples, el umbral es más bajo que 1.8 por cada 100 mL.

b) Coliformes termotolerantes:

También identificados como colis fecales, son una banda de bacterias que residen normalmente en el estómago y los intestinos de los animales, y por supuesto en sus heces. Se les llama termotolerantes porque aguantan y se multiplican a temperaturas altas, de hasta 45°C. En el interior de este conjunto están bichos como la *Escherichia coli* (*E. coli*), que es el más conocido y típico de los coliformes fecales, junto con la *Citrobacter freundii* y la *Klebsiella pneumoniae*. (Alarcon, 2019)

Los colis termotolerantes se usan como señal de cómo está el agua, porque si aparecen, quiere decir que podría haber contaminación con heces y, por lo tanto, también otros bichos dañinos que pueden ser riesgosos para el bienestar de la gente. Medir estos coliformes es clave para saber si el agua que bebemos es segura.

Para detectar los coliformes termotolerantes, normalmente se usa un método que mide cómo fermentan la lactosa. En este proceso, las bacterias descomponen la lactosa y generan ácido y gas, algo que se nota después de dejar las muestras en una incubadora a 44.5°C. Los resultados de esta prueba

se dan como el NMP, por cada 100 ml de agua (Cortes, Santa Cruz, Hernández, & Romero, 2019).

En cuanto a lo que pide la norma peruana sobre la calidad del agua, el D.S. N° 031-2010-SA establece como tope máximo permitido (LMP) que no haya ni una sola Unidad Formadora de Colonias (UFC) por cada 100 mL a 44.5°C para los colis termotolerantes. O sea, el agua que se quiera dar para beber no puede tener colis fecales. Si se usa la técnica del NMP con tubos múltiples, el valor que se acepta es menos de 1.8 por cada 100 mL. Seguir estos valores es clave para cerciorarse de que el fluido esté exento de peligros y esté libre de residuos fecales, protegiendo de esta manera la integridad física de la gente.

2.2.11. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031- 2010

Este reglamento cubre varios puntos: cómo se maneja la calidad del agua; cómo se vigila que esté sana; cómo se controla y supervisa que todo esté bien; las inspecciones, los permisos, los registros y las autorizaciones relacionadas con los sistemas que llevan agua para que la gente pueda beber; los requisitos que debe cumplir el agua en lo que toca a sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas y parasitológicas; y también cómo se difunde y se da posibilidad de conseguir información acerca de la calidad del agua que consumimos.

2.2.12. Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA)

Señala el tope más alto de niveles de componentes, características físicas, químicas y biológicas que pueden estar en las aguas superficiales sin que eso represente un peligro grave para que las personas no se enfermen ni contamine mucho el ambiente. También sirve como una guía obligatoria al momento de

diseñar y poner en práctica los recursos para administrar la naturaleza.
(Autoridad Nacional del Agua, 2016)

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Calidad del agua

La calidad del agua se refiere a las condiciones físicas, químicas y biológicas del agua. Es una forma de evaluar si el agua es buena para cierto uso, por ejemplo para tomar, asearse, pescar, regar plantas, o para trabajos industriales. (Instituto del Agua, s.f.)

2.3.2. Manantial

Un manantial es un lugar natural donde el agua sale de la tierra. Estos sitios pueden ser más grandes o más chicos, desde arroyos pequeños hasta grandes ríos y lagos, y son fundamentales para sostener el equilibrio de los ecosistemas y proveer agua potable a las comunidades cercanas. Los manantiales nacen del agua que fluye bajo tierra, se va acumulando, y después brota a flor de tierra por aberturas y grietas en las piedras. (imp METRICA, 2023)

2.3.3. Evaluación de la calidad del agua

Es el ejercicio de mirar en conjunto las características físicas, químicas y biológicas del fluido, comparándolas con su estado natural, sobre todo aquellas cosas que pueden poner en problema la salud de los pobladores y también el estado de los propios cuerpos de agua. (Chapman et al., 1996).

2.3.4. Parámetros físicos

Las mediciones físicas comprenden características como la temperatura, el color, el olor y qué tan turbia se ve. Estos datos pueden darnos pistas relevante acerca de la calidad general del agua y cualquier suciedad visible. (Laboratorio GEdysa, s.f.)

2.3.5. Parámetros químicos

Son los que calculan la mezcla química del agua, contemplando si hay contaminantes como metales peligrosos, compuestos orgánicos y químicos de industrias. Algunos de los aspectos químicos más comunes son el pH, la dureza, las cantidades de cloro y qué tanta concentración de nitratos hay. (Laboratorio GEdysa, s.f.)

2.3.6. Parámetros biológicos

Se centran en la presencia de microorganismos y organismos patógenos que pueden implicar un riesgo para la sanidad humana. Esto incluye la detectar bacterias, virus, protozoos y otros bichos que pueden provocar enfermedades que se contagian por el agua, como la infección por salmonela, la hepatitis y la giardiasis. Estar al tanto de estos indicadores es clave para evitar que estallen episodios de enfermedades vinculadas al agua y para asegurarse de que el agua que llega a las viviendas sea fiable. (Laboratorio GEdysa, s.f.)

2.3.7. Contaminación del agua

La contaminación del agua es cuando se mete algo ajeno al medio ambiente en cantidades tan grandes que terminan dañando y echando a perder el recurso hídrico, y eso después termina afectando la salud de las personas (Mihelcic, Zimmerman, Martin Auer, & Mayer, 2012).



CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación adopta un diseño no experimental, debido a que las variables no son manipuladas intencionalmente, sino que se contemplan y analizan tal como se aprecian en su ambiente natural. Igualmente, se trata de un diseño transversal, puesto que la toma de datos fisicoquímicos, microbiológicos y de uso del agua se efectuó en un periodo determinado del año 2025, permitiendo evaluar la situación actual de la pureza y uso del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, en relación con los ECA para líquido, categoría 1 poblacional y recreativo.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio pertenece a una investigación aplicada, dado que los resultados obtenidos tienen una utilidad práctica orientada a la estimación de la condición del fluido y a la identificación de los usos del recurso hídrico, generando información técnica importante para que las autoridades del lugar puedan decidir y usuarios del agua. Asimismo, se enmarca en una investigación descriptiva, ya que busca caracterizar los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y los usos del agua de los manantiales, sin establecer relaciones de causalidad ni intervenir en el sistema evaluado

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es descriptivo–evaluativo, ya que se limita a describir el estatus actual de la propiedad del agua y los usos de los manantiales del sector Chiasi, y a evaluar su cumplimiento respecto a los ECA para agua, categoría 1 poblacional y recreacional. Este nivel es coherente con los objetivos planteados, puesto que no busca explicar causas ni efectos, sino proporcionar un diagnóstico técnico del recurso hídrico en el ámbito de estudio.

3.4. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque se apoya en medir de forma objetiva los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos del agua, los cuales son expresados mediante unidades de medida establecidas y comparados con las cantidades de referencia que marcan los ECA. De manera complementaria, el estudio incorpora información cuantificable sobre el uso del agua mediante encuestas estructuradas, permitiendo analizar los resultados a través de procedimientos estadísticos descriptivos.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

a. Población

Es todo el grupo de unidades parecidas de las que se quiere conseguir información. Abarca el conjunto completo del trabajo al que se quieren generalizar los hallazgos (Hernández & Fernández, 2018).

La población de este trabajo está integrada por el agua proveniente de los manantiales situada en el sector Chiasa, distrito de Moho.

b. Muestra

La muestra es una parte de la población que la refleja bien en lo estadístico, seleccionada con métodos de muestreo que dan resultados confiables sin tener que estudiar todo el conjunto (Hernández & Fernández, 2018).

Por lo tanto, en nuestro estudio de investigación la muestra fue escogido utilizando el método no aleatorio, y para esta investigación lo constituyeron 02 manantiales del sector CHIASA.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Los elementos, equipos y materiales que se usaron en este trabajo fueron estos:

a. Materiales:

- Envases de plástico con abertura grande de 1000 ml para tomar muestras de líquidos.
- Guantes de látex
- Mascarilla bucal
- Stickers adhesivos para el rotulado de muestras
- Rotuladores
- Cooler para muestras
- Tablero y hojas de datos
- Papel toalla.
- La guía nacional que se usa para vigilar cómo está la calidad de las aguas superficiales, según lo que dice ANA (2016).

b. Equipos e instrumentos:

- Medidor de pH
- Multiparámetro
- Equipo de cómputo.

- GPS.
- Cámara fotográfica.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.7.1. Técnicas

Las técnicas que se aplicarán para realizar este estudio serán las siguientes:

- ✎ Observación. - En la presente investigación se llegó a visitar al manantial del sector Chiasa que se localiza en la Provincia de Moho a fin de poder tomar el agua con el propósito de realizar el estudio mediante laboratorio.
- ✎ El monitoreo se hará según lo que dice la R. D. N° 160-2015-DIGESA, que es el "Norma de procedimiento para la recolección de muestras, preservación, transporte, almacenamiento y recepción de fluido para el consumo humano", documento donde se fija a realizar el procedimiento y el D.S. N° 031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano:
 - Recolección de la muestra: se recogió la muestra según cada tipo de indicador, y para eso se usaron envases que cierran bien.
 - El proceso que hará la muestra para ser analizada:
 - ⇒ Captar el agua en un frasco hermético previamente esterilizado
 - ⇒ Guardar los envases dentro de la hielera.
 - ⇒ Rotulación de los frascos para cada aspecto físico, químico y de bichos microscópicos.
 - ⇒ Mantener la muestra fría con hielo.
 - ⇒ La muestra se enviará al laboratorio para que la estudien como corresponde.
 - ⇒ Los números finales los dará el laboratorio que toca, y para eso se usará una serie de técnicas.

3.8. LUGAR DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se hizo en el distrito de Moho, ubicado a 3841msnm en la región Puno. Sus coordenadas son en UTM: 446364.76E 8301724.995N 19L.

La ciudad de Moho (pueblo) se ubica en las coordenadas 15°21'38.0"S 69°29'59.0"W

❖ Ubicación geográfica de la investigación:

Departamento : Puno

Provincia : Moho

Distrito : Moho

Ubicación puntual : Sector Chiasi

Tabla 2

Coordenadas de los puntos de monitoreo.

<i>Puntos</i>	<i>de</i>	<i>COORDENADAS</i>	
<i>Monitoreo</i>	<i>UBICACIÓN</i>	<i>S</i>	<i>W.</i>
<i>Manantial 1 (M1)</i>	<i>Sector Chiasa</i>	<i>15,35'</i>	<i>69,52'</i>
<i>Manantial 2 (M2)</i>	<i>Sector Chiasa</i>	<i>16,55'</i>	<i>72,90'</i>

Figura 9

Coordenadas del lugar de estudio de la investigación.



3.9. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.9.1. Procedimiento metodológico para determinar los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.

Para alcanzar este propósito se trabajó mediante un muestreo puntual, el cual fue realizado el 4 de agosto de 2025, con el objetivo de revisar cómo está el agua en momentos que realmente representen lo que pasó durante el estudio. Las muestras se recogieron directamente en los manantiales evaluados, siguiendo criterios técnicos establecidos para el monitoreo de fuentes de agua,

garantizando que sea representativo, integridad y confiabilidad de las muestras recolectadas para su posterior análisis. Ejecutándose de la siguiente manera:

❖ **Para el Manantial 1 (M1)**

a) Toma de muestra:

Se recogieron muestras de agua del manantial 1 del sector Chiasi, que se usan para que la gente las tome, usando envases estériles de vidrio y plástico con un espacio vacío. Se empleo el procedimiento de muestreo Standard 1060 para asegurar que se cogiera una muestra que fuera fiel. Asimismo, se consideró los procedimientos definidos para la obtención de recoger las muestras y el procedimiento para enviarlas sin problemas al laboratorio.

Figura 10

Toma de muestra del Manantial 1 (M1).



b) Metodología para el análisis de parámetro fisicoquímicos:

Las muestras de agua se recolectan en recipientes de plástico directamente del río, lago o manantial. Primero se enjuaga el envase con un poquito de esa misma agua, se agita y se tira el agua del lavado río abajo. Esto se hace para sacar cualquier cosa que pueda haber quedado dentro del envase y que pudiera cambiar los resultados.

Se procedió a registrar los datos en el lugar.

Tabla 3

Metodología de los parámetros físicos y químicos.

Parámetros	Evaluación	Metodología
pH	In Situ	Multiparámetro
C.E.	In Situ	Multiparámetro
Temperatura	In Situ	Multiparámetro
STD	In Situ	Multiparámetro
Oxígeno Disuelto	In Situ	Multiparámetro
Turbidez	In Situ	turbidímetro
Dureza total	Laboratorio	SMEWW-APHA-AWWA-WEF
Nitratos	Laboratorio	Kjeldahi
Cloruros	Laboratorio	Titulación con Nitrato de Plata

Finalmente se concluyó con la comparación de los resultados con los ECA según DS N°004-2017-MINAM.

❖ **Para el Manantial 2 (M2)** → se siguió el mismo procedimiento empleado en el manantial 1 (M1)

Figura 11

Toma de muestra del Manantial 2 (M2).



3.9.2. Procedimiento metodológico para determinar los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.

De igual manera se realizó mediante un muestreo puntual, llevado a cabo el 4 de agosto de 2025, mediante el propósito de valorar la condición sanitaria del recurso hídrico en el periodo de estudio. La toma de muestras se efectuó directamente en los manantiales evaluados, siguiendo los protocolos técnicos establecidos para el muestreo microbiológico de aguas superficiales, garantizando la adecuada preservación, transporte y examinar las muestras para asegurarse de que lo que se obtenga sea confiable.

Para cumplir con este objetivo se efectuó el siguiente procedimiento metódico:

❖ Manantial 1 (M1)

a) Toma de muestra:

Para obtener muestras del agua de manantial 1 del sector Chiasa, se toman en frascos de plástico estériles. Para llevar bien las muestras al laboratorio, hay que mantenerlas refrigeradas y guardarlas con mucho cuidado hasta que se entreguen, porque si la temperatura sube de los 6°C o les da la luz, los bichos microscópicos dentro de cada envase podrían empezar a multiplicarse.

b) Metodología para el análisis de parámetro microbiológicos

Se procedió aplicando la metodología correspondiente para cada caso.

Tabla 4

Metodologías de los parámetros microbiológicos

Parámetros	Evaluación	Metodología
Escherichia Coli	Laboratorio	Método del sustrato cromogénico
Coliformes Totales	Laboratorio	Método de los tubos múltiples (TM)

Finalmente se concluyó con la comparación de los resultados con los ECA según DS N°004-2017-MINAM

❖ Para el **Manantial 2 (M2)** → se siguió el mismo procedimiento aplicado en el manantial 1 (M1).

c) Interpretación de datos

Ya con los datos de los análisis en la tenencia, se pasó a a la organización y sistematización de los datos en tablas y gráficos, admitiendo visualizar el comportamiento de cada parámetro en los manantiales evaluados. Posteriormente, los valores que salieron se contrastaron con lo que dice el D.S. N.° 004-2017-MINAM sobre los ECA para el Agua, identificando los parámetros que cumplieron y los que no cumplieron con los números de referencia que se fijaron para la Categoría 1.

CÁLCULO DE LA CALIDAD DEL AGUA:

Una vez obtenidos los hallazgos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi, correspondientes a los tres momentos de muestreo realizados el 4 de agosto de 2025, se procedió a estimar la calidad del agua mediante el ICA de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS). Para ello, se siguió la metodología propuesta por el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME) y adoptada

por la ANA para la estimación global de la condición del agua superficial.

1. Selección de los parámetros considerados en el índice

En primer lugar, se seleccionaron los parámetros que contaban con valores normativos fijados en los ECA para Agua, según el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A. Los parámetros considerados para el cálculo del índice ICARHS fueron los siguientes:

- pH
- Conductividad eléctrica
- Turbidez
- Sólidos totales disueltos
- Dureza total
- Sulfatos
- Coliformes totales
- Coliformes termotolerantes

La temperatura del agua no fue incluida en el cálculo del índice, debido a que no cuenta con un valor límite numérico específico en los ECA Agua para esta categoría, por lo que su evaluación fue considerada de manera descriptiva.

2. Comparación de los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Posteriormente, se realizó la comparación de los valores logrados para cada parámetro con los números de referencia que se fijaron en los ECA Agua del D.S. N.° 004-2017-MINAM. Para ello, se elaboraron tablas comparativas donde se consignaron los resultados de cada manantial y momento de muestreo, identificando el acatamiento o no de la norma ambiental actual.

3. Cálculo del factor de alcance (F1)

A continuación, se calculó el factor de alcance (F1), el cual representa el porcentaje de parámetros que no se ajustan a la norma en comparación con el total de aspectos evaluados. Para ello, se empleó la siguiente expresión:

$$F1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen la norma}}{\text{Número total de parámetros evaluados}} * 100$$

En este trabajo se revisaron ocho (8) parámetros, de los cuales uno (1) no cumplió con los ECA Agua, correspondiente a los coliformes totales.

4. Cálculo del factor de frecuencia (F2)

Posteriormente, se determinó el factor de frecuencia (F2), que expresa el porcentaje de mediciones sueltas que no se ajustan a la norma en comparación con la totalidad de mediciones evaluados. Se aplicó la ecuación:

$$F1 = \frac{\text{Número de datos que no cumplen la norma}}{\text{Número total de datos evaluados}} * 100$$

El número total de datos correspondió al producto del número de parámetros evaluados por el número de observaciones realizadas en cada manantial. En esta etapa se identificaron los datos que excedieron los valores normativos, correspondientes al parámetro coliformes totales.

5. Cálculo de la Suma Normalizada de Excedentes (SNE) y del factor de amplitud (F3)

Seguidamente, se evaluó la amplitud de los incumplimientos mediante el cálculo del factor F3. Para ello, primero se determinó la excursión de cada dato que superó el valor normativo, utilizando la expresión:

$$Excursion = \frac{\text{Valor medido}}{\text{Valor normativo}} - 1$$

Luego, se calculó la Suma Normalizada de Excedentes (SNE) fraccionando la suma de las excursiones entre el número total de datos evaluados. Finalmente, el factor de amplitud se obtuvo mediante la ecuación:

$$SNE = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excede}_i}{\text{Total de datos}}$$

Este factor permitió cuantificar el grado de excedencia de los criterios que no respetaron la legislación ecológica.

6. Obtención del índice ICARHS

Una vez calculados los factores F1, F2 y F3, se dio paso a la fase de precisar el ICA de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) mediante la ecuación:

$$ICARHS = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732}$$

El valor obtenido permitió evaluar de manera integral la condición del agua de los manantiales del sector Chiasi.

7. Clasificación de la calidad del agua

Finalmente, el valor del ICARHS fue evaluado de acuerdo con la clasificación fijada por la (ANA, 2020), la cual categoriza el estado del agua en cinco niveles: excelente, bueno, regular, malo y pésimo. Esta clasificación permitió fijar el panorama general de la condición del agua de cada manantial y su compatibilidad con los usos establecidos en la normativa ambiental vigente.

Tabla 5

Interpretación de la calificación del ICARHS.

ICARHS	Calificación	Interpretación
90 – 100	Excelente	No hay amenaza ni deterioro de la calidad hídrica protegida. El estado del agua se aproxima a valores ideales o típicos.
75 – 89	Bueno	Las características del agua se desvían ligeramente de la calidad típica, aunque siguen siendo aceptables. Puede haber situaciones en las que se prefiera un estado menos comprometido.
45 – 74	Regular	Hay momentos en los que la calidad del agua muestra signos de alteración, comprometiendo parcialmente su carácter esencial. Puede requerir atención preventiva.
30 – 44	Malo	La calidad del agua se encuentra degradada con frecuencia y no satisface los estándares de calidad requeridos. Es necesario un tratamiento para muchos usos.
0 – 29	Pésimo	El agua presenta una condición altamente comprometida o deteriorada, sin cumplir los objetivos de calidad para usos básicos. Requiere pretratamiento o tratamiento para su uso.

Nota. La tabla fue obtenida de la Autoridad Nacional del Agua (2020).

3.9.3. Procedimiento metodológico para establecer el uso del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.

Para el establecimiento del uso del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, se siguió el protocolo metódico que se puntualiza a continuación:

a) Identificación de los manantiales evaluados

En primer lugar, se identificaron y delimitaron los manantiales del sector Chiasi considerados en el estudio, los cuales correspondieron a las fuentes hídricas utilizadas por la población local para diversos fines poblacionales y recreacionales.

b) Revisión de la normativa ambiental aplicable

Posteriormente, se realizó la revisión y selección de los ECA para Agua establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, específicamente la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, considerando la Subcategoría A: Aguas de la superficie que se van a tratar para que salga agua para tomar, con el fin de contar con los criterios normativos para el establecimiento del uso del agua.

c) Sistematización de los resultados de calidad del agua

Se recopilaron y sistematizaron los hallazgos logrados en la determinación de los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos del líquido de los manantiales evaluados, los cuales fueron previamente analizados y comparados con los números de referencia fijados en los ECA para Agua.

d) Comparación de resultados con los ECA Agua

A continuación, se compararon las manifestaciones registradas de cada parámetro con los números que marcan los ECA para Agua, señalando los indicadores que cumplían y los que no cumplían con la normativa vigente, con especial énfasis en los parámetros microbiológicos.

e) Determinación del uso permitido del agua

Con base en la comparación normativa realizada, se procedió a establecer el uso permitido del agua de los manantiales, considerando el vínculo entre la condición del fluido obtenida y los usos definidos por la Categoría 1 Poblacional y Recreacional, determinando si el agua servía para que la gente la tomara directo, uso poblacional indirecto o uso recreacional.

f) Jerarquización del uso del agua según riesgo sanitario

Seguidamente, se realizó la jerarquización del uso del agua en función del riesgo sanitario asociado, priorizando los usos que representaban menor riesgo para la salud pública y restringiendo aquellos usos incompatibles con la calidad de los bichos microscópicos en el agua.

g) Integración con el índice de calidad del agua (ICARHS)

Los resultados del establecimiento del uso del agua fueron complementados con la clasificación obtenida mediante el índice ICARHS, lo que permitió reforzar la interpretación integral de la pureza del recurso agua y su compatibilidad con los usos permitidos según la normativa ambiental.

h) Elaboración de tablas de relación parámetro–uso

Finalmente, se elaboraron tablas comparativas que relacionaron los resultados de las propiedades físicas, químicas y de los bichos microscópicos



con los usos permitidos del agua, permitiendo sintetizar la información y facilitar la interpretación del uso adecuado del agua de los manantiales del sector Chiasi.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

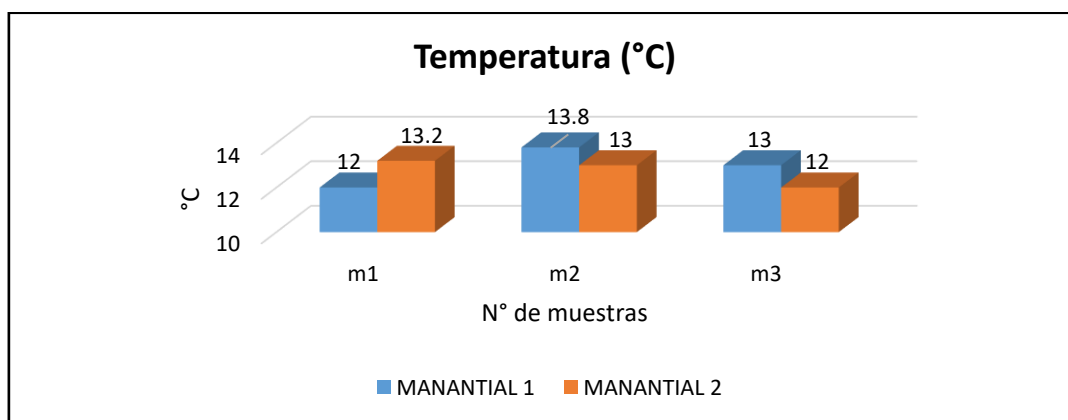
4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados de la determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM

A continuación, presentaremos los resultados obtenidos en la visita de campo para el presente objetivo.

Figura 12

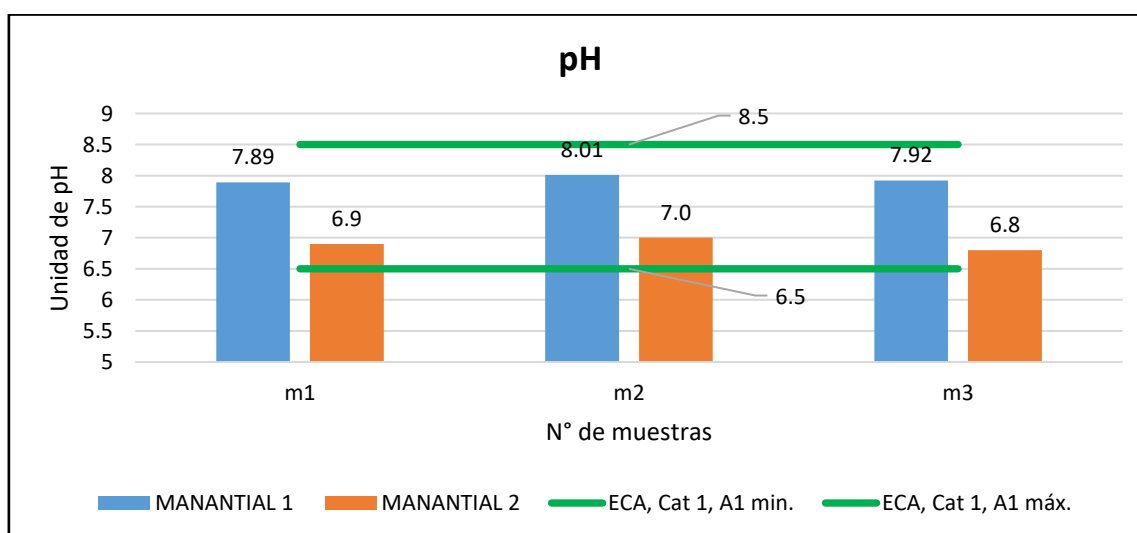
Variación de la temperatura del agua (°C) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.



La figura 12, manifiesta la variación de la temperatura del agua registrada en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1, m2 y m3), efectuados el 4 de agosto de 2025. El Manantial 1 evidenció valores de 12.0 °C en m1, 13.8 °C en m2 y 13.0 °C en m3, mostrando un incremento térmico en el segundo muestreo seguido de una ligera disminución en el tercero. En contraste, el Manantial 2 presentó temperaturas de 13.2 °C en m1, 13.0 °C en m2 y 12.0 °C en m3, reflejando una tendencia descendente a lo largo del periodo evaluado. En términos generales, los valores registrados corresponden a rangos característicos de aguas de manantial en zonas altoandinas y evidencian condiciones térmicas estables, sin variaciones abruptas que puedan influir negativamente en los procesos fisicoquímicos ni en la pureza del agua.

Figura 13

Variación del pH del agua en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.



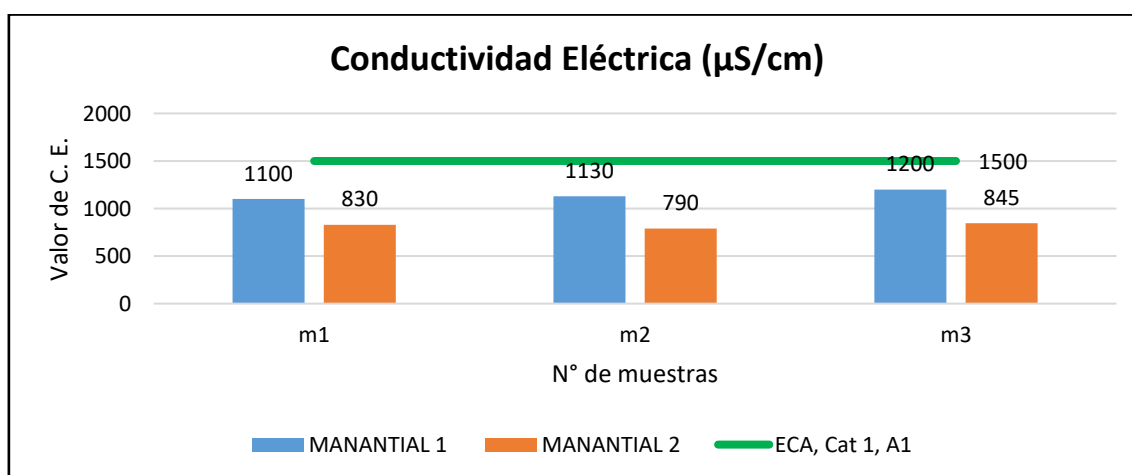
La figura 13, manifiesta los valores de pH anotados en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1, m2 y m3), efectuados el 4 de agosto de 2025. El Manantial 1 presentó valores de pH de

7.89 en m1, 8.01 en m2 y 7.92 en m3, evidenciando un comportamiento ligeramente alcalino y estable a lo largo del periodo de evaluación. Por su parte, el Manantial 2 registró valores de pH de 6.9 en m1, 7.0 en m2 y 6.8 en m3, mostrando una condición cercana a la neutralidad con ligera tendencia ácida en el último muestreo.

En general, los números que salieron para ambos manantiales se ubican dentro del rango admisible establecido por los ECA para Agua fijados en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1: Para uso de la gente y recreación, Subcategoría A: Aguas de ríos y lagos que se usan para hacer agua para beber (pH 6.5–8.5), lo que quiere decir que el pH del agua no significa una limitación para su uso conforme a la normativa ambiental vigente.

Figura 14

Variación de la conductividad eléctrica del agua ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.

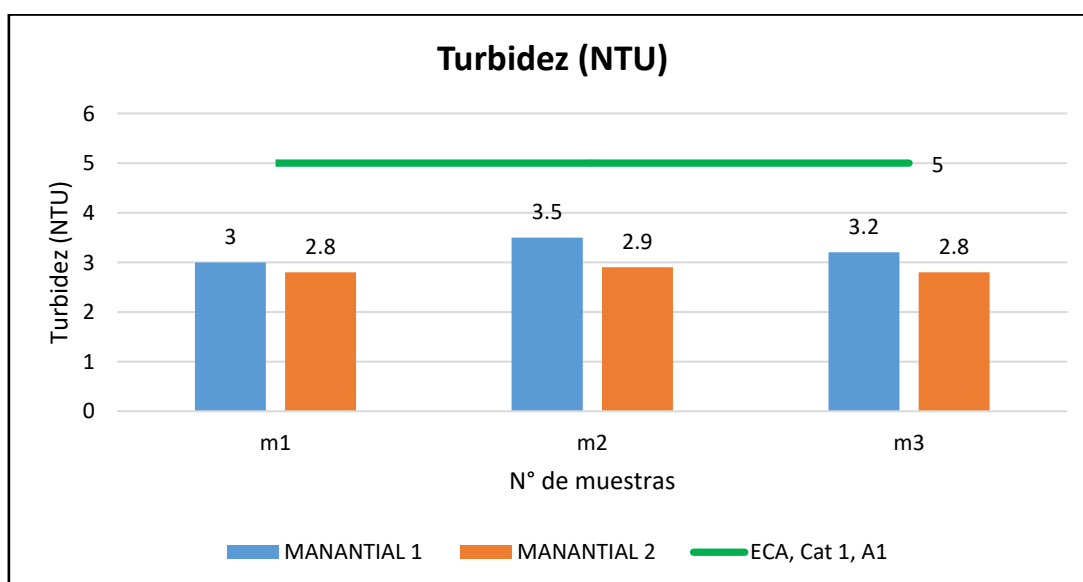


La figura 14, manifiesta los números de conductividad eléctrica que se midieron en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1, m2 y m3), realizados el 4 de agosto de 2025. El Manantial 1

mostró valores de 1100 $\mu\text{S/cm}$ en m1, 1130 $\mu\text{S/cm}$ en m2 y 1200 $\mu\text{S/cm}$ en m3, evidenciando una tendencia ligera al incremento de sales disueltas a lo largo del periodo evaluado. En contraste, el Manantial 2 registró valores de 830 $\mu\text{S/cm}$ en m1, 790 $\mu\text{S/cm}$ en m2 y 845 $\mu\text{S/cm}$ en m3, presentando variaciones moderadas y manteniéndose consistentemente por debajo de los valores observados en el Manantial 1. En general, los cifras de C,E. en ambos manantiales se encuentran por debajo de los ECA para Agua establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales consignadas a la producción de agua potable cuyo valor nos da 1500 $\mu\text{S/cm}$ para agua, lo que revela una concentración de sales disueltas compatible con el uso poblacional y recreacional del recurso hídrico.

Figura 15

Variación de la turbidez del agua (NTU) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.

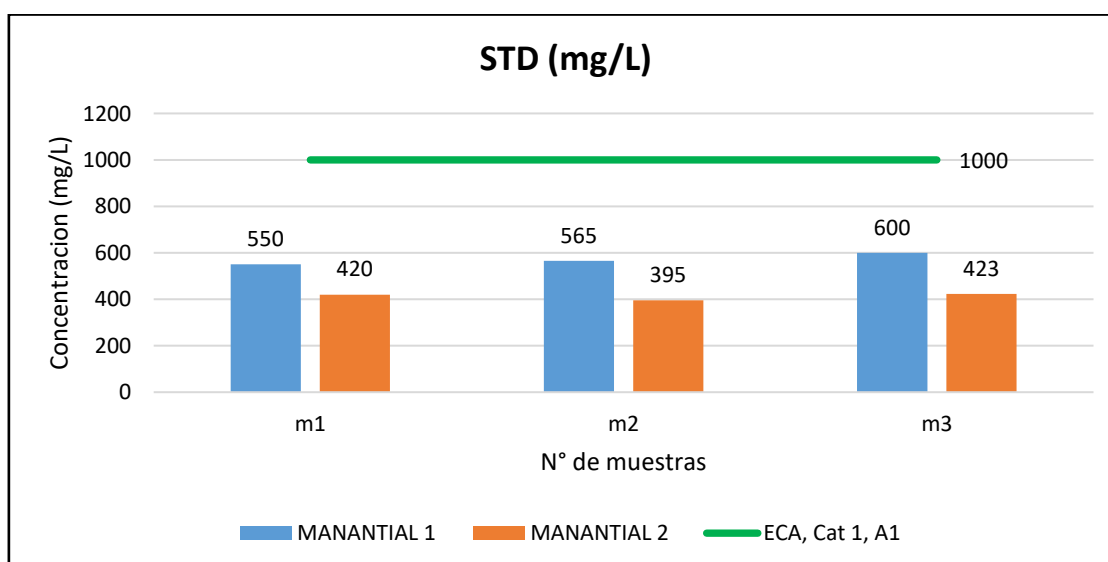


La figura 15, manifiesta los valores de turbidez que se midieron en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1,

m2 y m3), realizados el 4 de agosto de 2025. El Manantial 1 presentó valores de turbidez de 3.0 NTU en m1, 3.5 NTU en m2 y 3.2 NTU en m3, evidenciando una ligera variación con un incremento en el segundo muestreo. Por su parte, el Manantial 2 registró valores de 2.8 NTU en m1, 2.9 NTU en m2 y 2.8 NTU en m3, mostrando un comportamiento estable a lo largo del periodo evaluado. Estos valores de turbidez en ambos manantiales se mantienen por debajo de los ECA para Agua determinados en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales orientadas a la elaboración de agua bebible cuyo valor nos da 5 NTU lo que señala una claridad apropiada del agua y falta de partículas en suspensión en concentraciones que puedan alterar su calidad o aprovechamiento.

Figura 16

Variación de la concentración de sólidos totales disueltos del agua (mg/L) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.



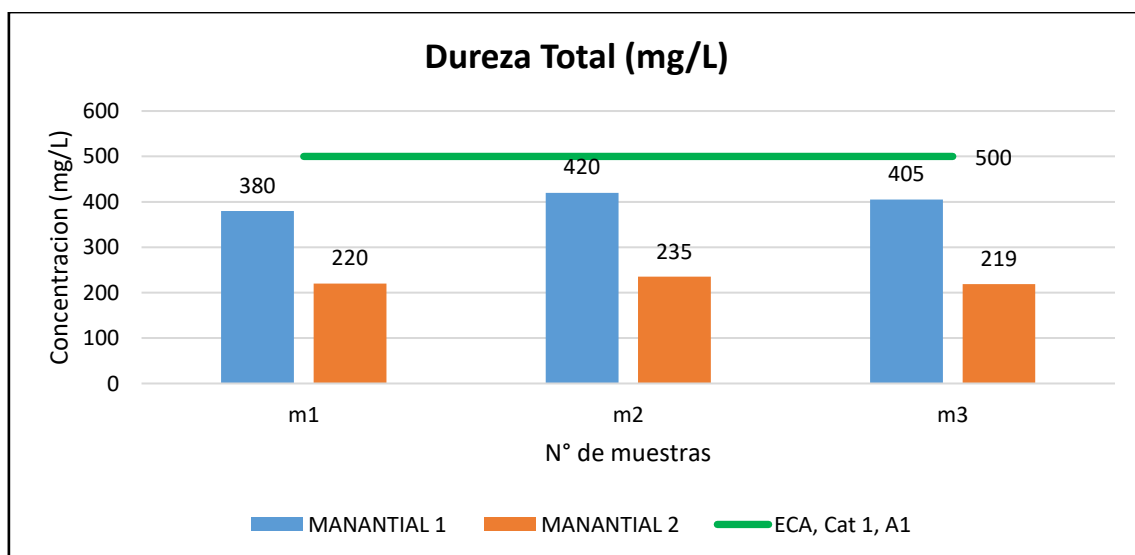
La figura 16, manifiesta las concentraciones de STD registradas en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1,



m2 y m3), efectuados el 4 de agosto de 2025. El Manantial 1 mostró concentraciones de 550 mg/L en m1, 565 mg/L en m2 y 600 mg/L en m3, evidenciando una tendencia moderada al incremento de sólidos disueltos a lo largo del periodo evaluado. Por su parte, el Manantial 2 registró valores de 420 mg/L en m1, 395 mg/L en m2 y 423 mg/L en m3, presentando variaciones leves y manteniéndose consistentemente por debajo de los valores observados en el Manantial 1. Estas concentraciones de STD en ambos manantiales se encuentran por debajo de los ECA para Agua fijados en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales orientadas a la producción de agua potable. cuyo valor permitido es de 1000 mg/L, lo que indica una adecuada pureza del líquido frente a su composición de sólidos disueltos y su aptitud para los usos establecidos.

Figura 17

Variación de la dureza total del agua (mg/L como CaCO_3) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.



La figura 17, manifiesta los valores de dureza total registrados en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los tres momentos de muestreo (m1, m2 y m3), realizados el 4 de agosto de 2025. El Manantial 1 presentó concentraciones de 380 mg/L en m1, 420 mg/L en m2 y 405 mg/L en m3, evidenciando valores elevados y una ligera variación a lo largo del periodo evaluado. Por su parte, el Manantial 2 registró concentraciones de 220 mg/L en m1, 235 mg/L en m2 y 219 mg/L en m3, manteniéndose en niveles moderados y consistentemente inferiores a los observados en el Manantial 1. En general, los valores de dureza total en ambos manantiales quedan por debajo de los ECA para Agua definidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales dirigidas a la producción de agua potable. cuyo valor permitido es de 500 mg/L, lo que demuestra que el líquido cumple con el criterio normativo, aunque el Manantial 1 presenta

características de agua dura que podrían generar incrustaciones en usos domésticos sin representar un riesgo sanitario directo.

Tabla 6

Concentración de cloro residual (mg/L) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.

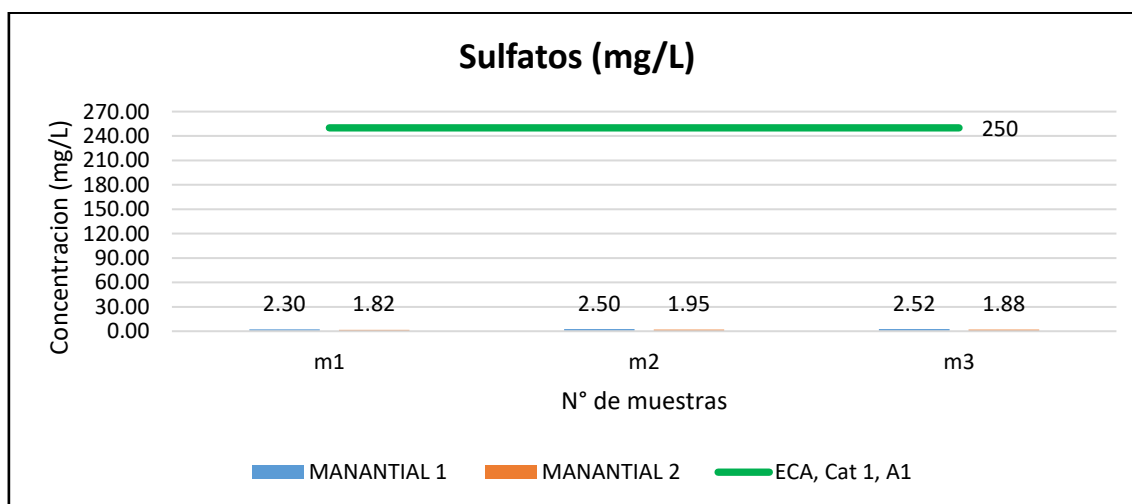
Cod. de manantial y muestra	Manantial 1	Manantial 2	LMP min	LMP máx.
m1	0	0	0.5	1
m2	0	0	0.5	1
m3	0	0	0.5	1

La tabla 6, manifiesta los resultados de la manifestación de cloro residual registrados en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1, m2 y m3), realizados el 4 de agosto de 2025. Los resultados muestran que ambos manantiales registraron valores de 0.0 mg/L de cloro residual en todos los muestreos, evidenciando la ausencia de desinfección química en el agua proveniente de estas fuentes.

Al comparar estos valores con los ECA para agua, categoría 1 poblacional y recreacional, que establecen un rango mínimo de 0.5 mg/L y máximo de 1.0 mg/L, se observa que los manantiales no cumplen con la cantidad más baja que se pide de cloro que queda, lo que podría representar un riesgo potencial de recontaminación microbiológica durante el uso o almacenamiento del agua, especialmente cuando es destinada a consumo humano sin tratamiento previo.

Figura 18

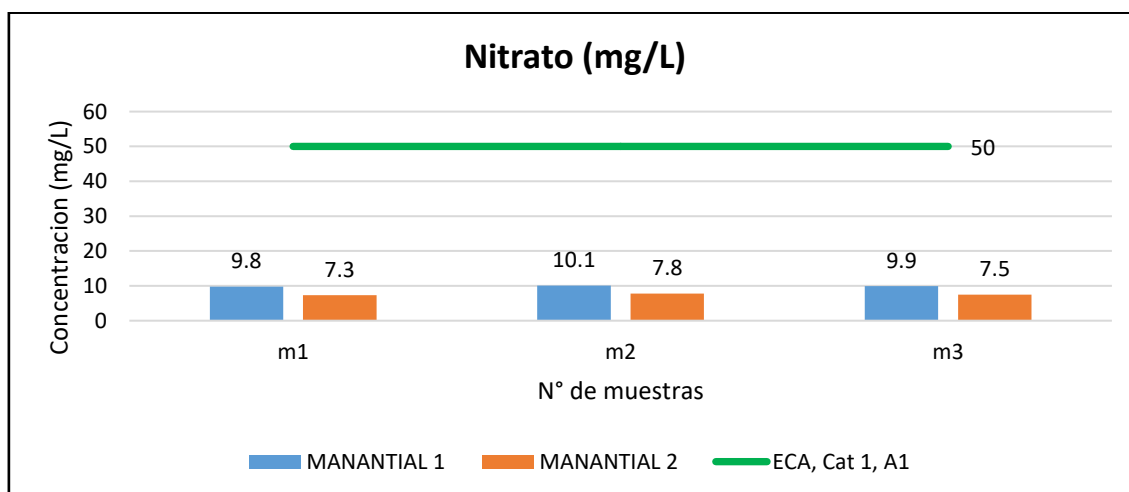
Variación de la concentración de sulfatos del agua (mg/L) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.



La figura 18, manifiesta las concentraciones de sulfatos registradas en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1, m2 y m3), efectuados el 4 de agosto de 2025. El Manantial 1 mostró valores de 2.30 mg/L en m1, 2.50 mg/L en m2 y 2.52 mg/L en m3, evidenciando concentraciones bajas y una ligera variación a lo largo del periodo evaluado. Por su parte, el Manantial 2 registró concentraciones de 1.82 mg/L en m1, 1.95 mg/L en m2 y 1.88 mg/L en m3, manteniéndose en niveles igualmente bajos y estables. En general, los valores de sulfatos en ambos manantiales se encuentran muy por debajo de los ECA para Agua determinados en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales orientadas a la elaboración de agua bebible cuyo valor permitido es de 250 mg/L establecido por los ECA para agua, categoría 1 poblacional y recreacional, lo que indica ausencia de aportes significativos de sales sulfatadas y una adecuada pureza del líquido para los fines establecidos.

Figura 19

Variación de la concentración de sulfatos del agua (mg/L) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.



La figura 19, manifiesta las concentraciones de sulfatos registradas en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1, m2 y m3), efectuados el 4 de agosto de 2025. El Manantial 1 mostró valores de 2.30 mg/L en m1, 2.50 mg/L en m2 y 2.52 mg/L en m3, evidenciando concentraciones bajas y una ligera variación a lo largo del periodo evaluado. Por su parte, el Manantial 2 registró concentraciones de 1.82 mg/L en m1, 1.95 mg/L en m2 y 1.88 mg/L en m3, manteniéndose en niveles igualmente bajos y estables. En general, los valores de sulfatos en ambos manantiales se encuentran muy por debajo de los ECA para Agua determinados en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales previstas para la generación de líquido potable cuyo valor permitido es de 250 mg/L establecido por los ECA para agua, categoría 1 poblacional y recreacional, lo que indica ausencia de aportes significativos de

sales sulfatadas y un adecuado estado del agua para los aprovechamientos establecidos.

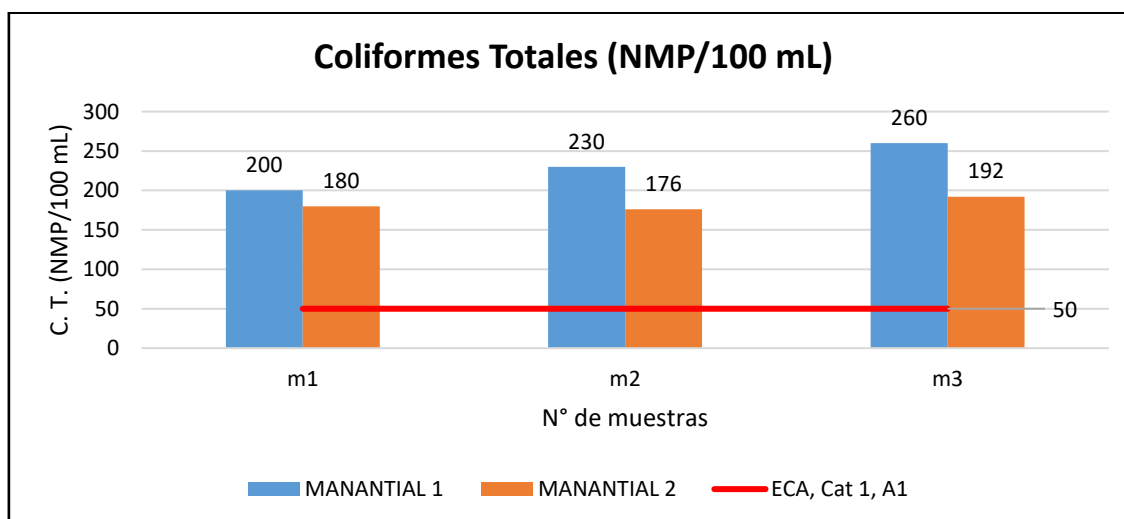
4.1.2. Resultados de la determinación de los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.

La evaluación de los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi se realizó con la finalidad de determinar su condición sanitaria y verificar su cumplimiento con los ECA para Agua determinados en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, correspondientes a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales previstas para la generación de líquido potable. Este análisis es fundamental debido a que la evidencia de microorganismos indicadores puede implicar un peligro para la sanidad colectiva cuando el líquido es empleada con fines poblacionales sin un tratamiento apropiado.

Para tal efecto, se efectuó el análisis microbiológico del agua proveniente de los manantiales 1 y 2, durante los 3 momentos de muestreo (m1, m2 y m3), realizados el 4 de agosto de 2025, considerando los parámetros microbiológicos fijados en la normativa ambiental vigente. Lo que se encontró ayudó a ver hasta qué punto se respetaba de los valores de referencia y establecer el estado microbiológico del recurso hídrico, los cuales se presentan a continuación mediante tablas y figuras correspondientes.

Figura 20

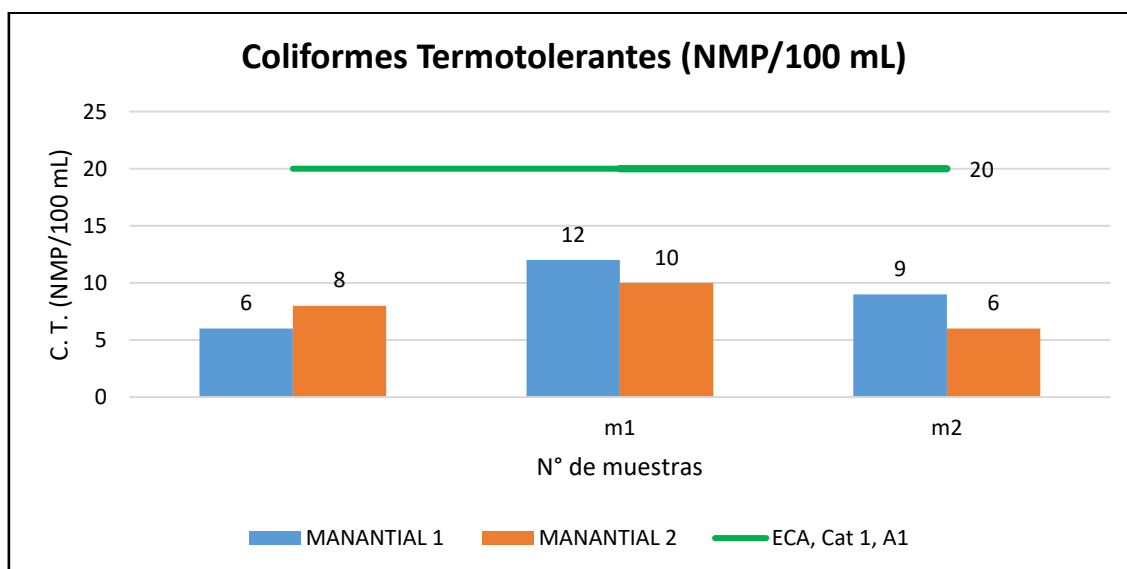
Concentración de coliformes totales (NMP/100 mL) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.



La figura 20, manifiesta los niveles de coliformes totales registradas en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los 3 momentos de muestreo (m1, m2 y m3), realizados el 4 de agosto de 2025, las cuales fueron comparadas con los ECA para Agua establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A, cuyo valor de referencia es ≤ 50 NMP/100 mL. El Manantial 1 presentó concentraciones de 200, 230 y 260 NMP/100 mL, en tanto que el Manantial 2 registró valores de 180, 176 y 192 NMP/100 mL en los muestreos m1, m2 y m3, respectivamente. En todos los casos, las concentraciones superaron el valor fijado por el ECA Agua categoría 1-A, evidenciando incumplimiento del criterio microbiológico y la aparición de contaminación fecal mediata. En consecuencia, el agua de ambos manantiales no cumple con las condiciones microbiológicas requeridas para ser considerada fuente superficial destinada a la producción de agua potable, sin la aplicación previa de procesos adecuados de tratamiento y desinfección.

Figura 21

Concentración de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) en los manantiales del sector Chiasi durante el muestreo realizado el 4 de agosto de 2025, provincia de Moho – Puno.



La figura 21, manifiesta las concentraciones de coliformes termotolerantes registradas en los manantiales 1 y 2 del sector Chiasi durante los momentos de muestreo realizados el 4 de agosto de 2025, las cuales fueron comparadas con los ECA para Agua establecidos en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A, cuyo valor de referencia es ≤ 20 NMP/100 mL. El Manantial 1 registró concentraciones de 6 y 12 NMP/100 mL, mientras que el Manantial 2 presentó valores de 8 y 10 NMP/100 mL, evidenciando variaciones moderadas entre los muestreos. En general, los valores obtenidos en ambos manantiales quedan al inferior del límite fijado por los ECA Agua categoría 1-A, lo que indica cumplimiento del criterio microbiológico para coliformes termotolerantes; sin embargo, su presencia confirma contaminación microbiológica, por lo que el agua necesita que la limpien y desinfecten antes de que la gente la tome.

CALIDAD DEL AGUA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO:**→ MANANTIAL 01:**

Primero comparamos cada parámetro con su ECA Agua:

- **pH (6.5–8.5):** todos los puntos entre 7.89 y 8.01 = **cumplen.**
- **Conductividad ($\leq 1500 \mu\text{S/cm}$):** todos entre 1100 y 1200 = **cumplen.**
- **Turbidez ($\leq 5 \text{ NTU}$):** todos entre 3.0 y 3.5 = **cumplen.**
- **STD ($\leq 1000 \text{ mg/L}$):** todos entre 550 y 600 = **cumplen.**
- **Dureza total ($\leq 500 \text{ mg/L como CaCO}_3$):** todos entre 380 y 420 = **cumplen.**
- **Sulfatos ($\leq 250 \text{ mg/L}$):** todos entre 2.30 y 2.52 = **cumplen.**
- **Coliformes termotolerantes ($\leq 20 \text{ NMP/100 mL}$):** todos entre 6 y 12 = **cumplen.**
- **Coliformes totales ($\leq 50 \text{ NMP/100 mL}$):** todos entre 200 y 260 = **cumplen.**
- **Temperatura y cloro:** no entra en el índice.

Cálculo del índice (con todos los datos juntos):

- **Parámetros evaluados (con ECA):** 8
- **Total de datos:** 8 parámetros $\times$ 6 resultados = 48
- **Datos que NO cumplen:** solo coliformes totales = 6

1. Factor de Alcance (F1):

- ✓ Parámetros que NO cumplen = 1 (coliformes totales)

$$F1 = \frac{1}{8} * 100 = 12.5$$

2. Factor de Frecuencia (F2):

- ✓ Total de datos = 1 parámetros $\times$ 3 muestras = 3

$$F2 = \frac{2}{24} * 100 = 12.5$$

3. Factor de Amplitud (F3):

Para coliformes totales (ECA=50), excursiones:

- 200, 230, 260 $\Rightarrow$ excursiones = 3.00, 3.60, 4.20.
- Suma excursiones = 10.80
- NSE = $10.80/24 = 0.45$

$$F3 = \frac{SNE}{SNE + 1} * 100 = \frac{0.45}{0.45 + 1} * 100 = 31.03$$

4. Índice ICARHS:

$$ICARHS = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732}$$

$$ICARHS = 100 - \frac{\sqrt{12.50^2 + 12.50^2 + 31.03^2}}{1.732} = 79.38$$

El **Manantial 1** presentó un valor del Índice **ICARHS de 79.38**, lo que, de acuerdo con la clasificación establecida, corresponde a una **calidad de agua "Buena" (75–89)**. Este resultado indica que las características del agua se desvían ligeramente de las condiciones ideales o típicas, pero se mantienen dentro de rangos aceptables para su uso como fuente superficial dirigida a la elaboración de agua potable. No obstante, la presencia de concentraciones elevadas de coliformes totales evidencia una afectación microbiológica, por lo que se requiere la aplicación de tratamiento y desinfección antes de su uso poblacional, con el fin de anticipar problemas de la salud colectiva.

→ **MANANTIAL 02:**

Primero comparamos cada parámetro con su ECA Agua:

- **pH (6.5–8.5):** todos los puntos entre 6.8 y 7 = **cumplen**.
- **Conductividad ($\leq 1500 \mu S/cm$):** todos entre 790 y 845 = **cumplen**.
- **Turbidez (≤ 5 NTU):** todos entre 2.8 y 2.9 = **cumplen**.
- **STD (≤ 1000 mg/L):** todos entre 395 y 423 = **cumplen**.

- **Dureza total (≤ 500 mg/L como CaCO_3):** todos entre 219 y 235 = **cumplen**.
- **Sulfatos (≤ 250 mg/L):** todos entre 1.82 y 1.95 = **cumplen**.
- **Coliformes termotolerantes (≤ 20 NMP/100 mL):** todos entre 6 y 10 = **cumplen**.
- **Coliformes totales (≤ 50 NMP/100 mL):** todos entre 176 y 192 = **cumplen**.
- **Temperatura y cloro:** no entra en el índice.

Cálculo del índice (con todos los datos juntos):

- **Parámetros evaluados (con ECA):** 8
- **Total de datos:** 8 parámetros $\times$ 6 resultados = 48
- **Datos que NO cumplen:** solo coliformes totales = 6

1. Factor de Alcance (F1):

- ✓ Parámetros que NO cumplen = 1 (coliformes totales)

$$F1 = \frac{1}{8} * 100 = 12.5$$

2. Factor de Frecuencia (F2):

- ✓ Total, de datos = 1 parámetros $\times$ 3 muestras = 3

$$F2 = \frac{2}{24} * 100 = 12.5$$

3. Factor de Amplitud (F3):

Para coliformes totales (ECA=50), excursiones:

- 180, 176, 192 $\Rightarrow$ excursiones = 2.60, 2.52, 2.84.
- Suma excursiones = 7.96
- NSE = 7.96/24 = 0.3317

$$F3 = \frac{SNE}{SNE + 1} * 100 = \frac{0.3317}{0.3317 + 1} * 100 = 24.91$$

4. Índice ICARHS:

$$ICARHS = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732}$$

$$ICARHS = 100 - \frac{\sqrt{12.50^2 + 12.50^2 + 24.91^2}}{1.732} = 82.37$$

El **Manantial 2** registró un valor del Índice **ICARHS de 82.37**, ubicándose también en la categoría de **calidad de agua "Buena" (75–89)**. Este nivel de calidad indica que el agua presenta condiciones generalmente aceptables, con parámetros fisicoquímicos dentro de los ECA para Agua y un menor grado de afectación en comparación con el Manantial 1. Sin embargo, al igual que en el caso anterior, la detección de coliformes totales por encima del valor de referencia normativo sugiere la necesidad de implementar procesos de tratamiento, especialmente desinfección, antes de su aprovechamiento para usos poblacionales.

4.1.3. Resultados del establecimiento del uso del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM

El establecimiento del uso del agua de los manantiales del sector Chiasi se realizó con la finalidad de interpretar los resultados de calidad del agua en función de los usos permitidos, conforme a los ECA para Agua determinados en el D.S. N.º 004-2017-MINAM, correspondientes a la Categoría 1: Poblacional y Recreacional. Este análisis permite determinar si las concentraciones obtenidas para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos son compatibles con los usos poblacionales y recreacionales establecidos por la normativa ambiental vigente.

Para ello, se cotejaron los resultados obtenidos en los manantiales evaluados con los valores de referencia del ECA Agua, considerando principalmente la Subcategoría A: Aguas superficiales derivadas a la producción de agua potable, a fin de establecer la aptitud del recurso hídrico según su calidad.

Los resultados del establecimiento del uso del agua se presentan a continuación mediante tablas comparativas, en las cuales se relacionan las concentraciones registradas de cada parámetro con los usos permitidos de acuerdo a la normativa ambiental.

Tabla 7

Relación entre los resultados de calidad del agua y los usos permitidos de los manantiales del sector Chiasi según los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

Parámetro	Resultados obtenidos	ECA Agua 1-A (D.S. N.º 004-2017-MINAM)	Cat. N.º	Evaluación normativa	Uso permitido según la normativa
Temperatura (°C)	12.0 – 13.8	No establece valor numérico		Conforme condiciones naturales	a Uso poblacional y recreacional
pH	6.8 – 8.01	6.5 – 8.5		Cumple	Uso poblacional (previo tratamiento)
Conductividad eléctrica (µS/cm)	790 – 1200	≤ 1500		Cumple	Uso poblacional y recreacional
Turbidez (NTU)	2.8 – 3.5	≤ 5		Cumple	Uso poblacional y recreacional
Sólidos Totales	395 – 600	≤ 1000		Cumple	Uso poblacional
Disueltos (mg/L)					
Dureza total (mg/L CaCO ₃)	219 – 420	≤ 500		Cumple	Uso poblacional
Sulfatos (mg/L)	1.82 – 2.52	≤ 250		Cumple	Uso poblacional
Coliformes	176 – 260	≤ 50		No cumple	No apto para consumo directo
Coliformes totales (NMP/100 mL)					
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	6 – 12	≤ 20		Cumple	Uso poblacional con desinfección
Cloro residual (mg/L)	0.0	0.5 – 1.0*		No aplica a fuente natural	Requiere desinfección previa

Nota. El cloro residual no es exigible en fuentes naturales; su evaluación es referencial para el uso poblacional del agua. La aptitud del agua corresponde a



la Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, por lo que se requiere tratamiento previo antes del consumo humano directo.

La tabla 8, manifiesta la relación entre los resultados de calidad del agua y los usos permitidos evidencia que los manantiales del sector Chiasi presentan, en general, condiciones fisicoquímicas favorables para su aprovechamiento conforme a los ECA para Agua, Categoría 1-A. Los parámetros de temperatura (12.0–13.8 °C), pH (6.8–8.01), conductividad eléctrica (790–1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$), turbidez (2.8–3.5 NTU), STD (395–600 mg/L), dureza total (219–420 mg/L como CaCO_3) y sulfatos (1.82–2.52 mg/L) acatan los valores de referencia fijados por la normativa, permitiendo el uso del agua con fines poblacionales y recreacionales, así como su consideración como fuente superficial para hacer agua que se pueda tomar.

No obstante, en el aspecto microbiológico se identificó que las manifestaciones de coliformes totales (176–260 NMP/100 mL) superan el VMP de 50 NMP/100 mL, lo que restringe el empleo del agua para consumo humano inmediato. Si bien los colis termotolerantes (6–12 NMP/100 mL) se hallan en el interior del límite normativo (≤ 20 NMP/100 mL), la falta de cloro residual (0.0 mg/L) confirma que el agua no recibe desinfección, por tanto precisa tratamiento preliminar, especialmente procesos de limpieza profunda, antes de que la gente lo use. En consecuencia, de acuerdo con la normativa ambiental vigente, el uso adecuado del agua de los manantiales del sector Chiasi corresponde a fuente superficial derivada a la producción de agua potable, mas no para consumo directo sin tratamiento.

Tabla 8

Establecimiento, priorización e implicancias del uso del agua de los manantiales del sector Chiasi según los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

Aspecto evaluado	Resultados obtenidos	Evaluación según ECA Agua Cat. 1-A	Uso normativo permitido	Implicancia sanitaria y ambiental	Relevancia para la gestión local
Calidad fisicoquímica	pH: 6.8–8.01; CE: 790–1200 µS/cm; Turbidez: 2.8–3.5 NTU; STD: 395–600 mg/L; Dureza: 219–420 mg/L CaCO ₃ ; Sulfatos: 1.82–2.52 mg/L	Cumple con los ECA Cat. 1-A	Uso poblacional y recreacional	No representa riesgo físicoquímico para el agua cruda	Permite planificar su aprovechamiento como fuente superficial
Calidad microbiológica (coliformes totales)	176–260 NMP/100 mL	No cumple (ECA ≤ 50 NMP/100 mL)	No apto para consumo directo	Riesgo potencial para la salud pública	Necesidad de control y tratamiento del agua
Calidad microbiológica (coliformes termotolerantes)	6–12 NMP/100 mL	Cumple (ECA ≤ 20 NMP/100 mL)	Uso poblacional con desinfección	Presencia de contaminación microbiológica	Requiere desinfección antes del uso
Cloro residual	0.0 mg/L	No exigible en fuente natural	No aplica	Evidencia ausencia de desinfección	Justifica implementación de sistemas de cloración
Jerarquización del uso del agua	Uso actual por la población	Uso directo no recomendado	Producción de agua potable	Reducción del riesgo sanitario	Orienta a la población sobre el uso adecuado
Uso real vs. uso normativo	Uso poblacional directo	Uso normativo indirecto	Producción de agua potable	Evita enfermedades de origen hídrico	Sustenta acciones de educación sanitaria
Relación con ICARHS	ICARHS: 79.38 (M1) y 82.37 (M2)	Calidad "Buena"	Uso como fuente superficial	Calidad aceptable con limitación microbiológica	Respalda decisiones técnicas
Implicancias para la gestión	Recurso hídrico comunitario	Compatible con ECA Cat. 1-A	Uso regulado	Protección del manantial	Base técnica para autoridades locales

Nota. El uso adecuado del agua de los manantiales del sector Chiasi corresponde a fuente superficial predestinada a la obtención de líquido potable, conforme a la Categoría 1, Subcategoría A de los ECA para Agua (D.S. N.º 004-



2017-MINAM), requiriendo tratamiento previo antes de su consumo humano directo.

En la tabla 8, integral evidencia que los manantiales del sector Chiasi presentan condiciones fisicoquímicas favorables, cumpliendo con los ECA para Agua, Categoría 1, Subcategoría A, lo que permite su aprovechamiento para usos poblacionales y recreacionales, así como su consideración como fuente superficial orientada a la elaboración de agua potable. Los números que se midieron de pH, conductividad eléctrica, turbidez, STD, dureza total y sulfatos se hallan dentro de los parámetros normativos, sin representar riesgo desde el punto de vista fisicoquímico.

Sin embargo, la evaluación microbiológica revela limitaciones para el uso directo del agua, debido a que las manifestaciones de coliformes totales superan el valor máximo permitido, a pesar de que los coliformes termotolerantes se mantienen dentro del límite normativo. Asimismo, la carencia de cloro remanente confirma que el agua no recibe procesos de desinfección, lo cual incrementa el riesgo sanitario cuando es utilizada sin tratamiento previo. En este contexto, la jerarquización del uso del agua establece que el aprovechamiento adecuado de los manantiales del sector Chiasi corresponde a uso poblacional indirecto, es decir, como fuente para la obtención de agua para beber tras aplicar un proceso de limpieza y desinfección.

Adicionalmente, la relación con el índice ICARHS, que clasificó la calidad del agua como "Buena", respalda su uso como fuente superficial aceptable, aunque con restricciones microbiológicas. Estos resultados constituyen un insumo técnico relevante para la gestión municipal del recurso hídrico, orientando acciones de protección de los manantiales, educación sanitaria y

mejora de los sistemas de tratamiento, a fin de garantizar un uso seguro y sostenible del agua por parte de la población del sector Chiasi.

Tabla 9

Compatibilidad entre el uso actual del agua y el uso permitido según los ECA

Agua en los manantiales del sector Chiasi.

Manantial	Uso actual del agua	Calidad del agua según ECA	Compatibilidad del uso	Observación técnica
Manantial 1	Consumo humano directo	Cumple fisicoquímico / No cumple microbiológico	No compatible	Requiere tratamiento previo
Manantial 1	Uso doméstico	Cumple parcialmente	Parcialmente compatible	Requiere desinfección
Manantial 2	Consumo humano directo	Cumple fisicoquímico / No cumple microbiológico	No compatible	Riesgo sanitario
Manantial 2	Uso recreacional	Cumple	Compatible	Bajo riesgo sanitario

Nota. El uso adecuado del agua de los manantiales del sector Chiasi corresponde a fuente de la superficie que se va a tratar para sacar agua potable, conforme a la Categoría 1, Subcategoría A de los ECA para Agua (D.S. N.° 004-2017-MINAM), requiriendo tratamiento previo antes de su consumo humano directo.

La tabla 9, de compatibilidad evidencia que existe una discrepancia entre el uso actual del agua de los manantiales del sector Chiasi y el uso permitido según la legislación ecológica vigente. Si bien la calidad fisicoquímica del agua satisface los ECA para Agua, Categoría 1-A, el incumplimiento en el indicador de coliformes totales restringe su empleo para consumo humano directo, clasificándolo como no compatible desde la perspectiva sanitaria. En esa línea, el uso actual del agua por parte de la población requiere ser ajustado a las

condiciones reales de calidad, priorizando su aprovechamiento como fuente para la generación de agua potable previo tratamiento.

Asimismo, la tabla muestra que ciertos usos, como el uso doméstico y recreacional, presentan una compatibilidad parcial o total, siempre que se adopten medidas básicas de desinfección y control sanitario. Esta situación pone en muestra que hay que poner las acciones a tono locales de uso del agua con los criterios establecidos por los ECA, a fin de disminuir riesgos a la salud y promover un aprovechamiento adecuado y seguro del recurso hídrico.

Tabla 10

Nivel de riesgo sanitario asociado al uso del agua de los manantiales del sector Chiasi.

Uso del agua	Parámetro crítico	Resultado	Nivel de riesgo	Sustento técnico
Consumo humano directo	Coliformes totales	176–260 NMP/100 mL	Alto	Supera ECA Cat. 1-A
Uso doméstico	Coliformes totales	176–260 NMP/100 mL	Medio	Requiere desinfección
Uso recreacional	Parámetros fisicoquímicos	Cumplen	Bajo	Dentro de ECA

Nota. El uso adecuado del agua de los manantiales del sector Chiasi corresponde a la fuente de la superficie que se va a tratar para sacar agua potable, conforme a la Categoría 1, Subcategoría A de los ECA para Agua (D.S. N.º 004-2017-MINAM), requiriendo tratamiento previo antes de su consumo humano directo.

La tabla 10, de nivel de riesgo sanitario permite identificar que el principal factor limitante para el uso del agua de los manantiales del sector Chiasi es la calidad microbiológica, específicamente la manifestación de colis totales. El empleo del agua para ingesta humana directo presenta un riesgo sanitario alto, debido a que los valores registrados rebasan los valores fijados por los ECA para Agua, Categoría 1-A, lo que incrementa la probabilidad de enfermedades de origen acuático

Por otro lado, el uso doméstico del agua presenta un riesgo sanitario medio, condicionado a la aplicación de procesos de desinfección, mientras que el uso recreacional muestra un riesgo bajo, al no existir incumplimientos significativos en los parámetros fisicoquímicos evaluados. Estos resultados refuerzan la importancia de implementar medidas preventivas y correctivas, orientadas a proteger la salud pública y garantizar un uso seguro del agua de los manantiales.

Tabla 11

Aptitud del agua de los manantiales del sector Chiasi según uso y normativa ECA.

Uso del agua	Aptitud	Condición
Consumo humano directo	No apto	Requiere tratamiento
Producción de agua potable	Apto	Con tratamiento previo
Uso doméstico	Condicional	Con desinfección
Uso recreacional	Apto	Cumple ECA

Nota. El uso adecuado del agua de los manantiales del sector Chiasi corresponde a una fuente superficial que se destina a la obtención de agua para beber, conforme a la Categoría 1, Subcategoría A de los ECA para Agua (D.S.

N.° 004-2017-MINAM), requiriendo tratamiento previo antes de su consumo humano directo.

La tabla 11, resumen de aptitud del agua integra los resultados fisicoquímicos, microbiológicos y normativos, permitiendo establecer de manera clara que el agua de los manantiales del sector Chiasi no resulta válida para ingesta humano directo, debido al incumplimiento del parámetro de coliformes totales. Sin embargo, el agua sí es apta como fuente superficial que se destina a la obtención de agua para beber, siempre que sea sometida a los procesos de tratamiento y desinfección correspondientes, conforme a lo establecido en la Categoría 1-A de los ECA Agua.

Asimismo, la tabla evidencia que el uso doméstico del agua es condicional, mientras que el uso recreacional resulta apto, al cumplir con los criterios normativos evaluados. En conjunto, estos resultados permiten definir claramente el uso adecuado del recurso hídrico, dando datos técnicos útiles para la adopción de resoluciones del ayuntamiento del agua y la decisión orientadas a un aprovechamiento sostenible y seguro.

4.2. DISCUSIONES

En la presente investigación, los manantiales del sector Chiasi mostraron cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos al compararlos con los ECA para Agua del D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1, Subcategoría A, registrándose pH entre 6.8 y 8.01, conductividad eléctrica entre 790 y 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidez entre 2.8 y 3.5 NTU, sólidos totales disueltos entre 395 y 600 mg/L, dureza total entre 219 y 420 mg/L como CaCO_3 y sulfatos entre 1.82 y 2.52 mg/L, lo que evidencia una condición fisicoquímica favorable para su uso como fuente superficial que se destina a la obtención de agua para beber. Estos hallazgos



son consistentes con estudios internacionales como el de Reyes et al. (2022) quienes notificaron un pH dentro de rangos similares (6.8–7.9) y SDT moderados, concluyendo que la fisicoquímica no restringía el uso; y con Reyes de la Cruz (2019), quien también halló parámetros químicos dentro de norma en un manantial de Veracruz. A nivel nacional y regional, los resultados de Chiasi se asemejan a lo reportado por Antesano y Zavala (2025) y Pimentel (2024), donde pH y conductividad se mantuvieron dentro de rangos aceptables, y también a lo descrito por Condori (2025) y Caso (2024), quienes evidenciaron que varios parámetros fisicoquímicos de manantiales evaluados en Puno cumplieron con el D.S. N.° 004-2017-MINAM, reforzando que, en contextos similares, las limitaciones más críticas suelen no estar en la fisicoquímica sino en la microbiología.

Respecto a los parámetros microbiológicos, nuestros resultados evidenciaron un comportamiento diferenciado: los colis totales arrojaron cantidades entre 176 y 260 NMP/100 mL, rebasando el valor de referencia del ECA Agua Categoría 1-A (≤ 50 NMP/100 mL), en tanto que los colis termotolerantes se mantuvieron entre 6 y 12 NMP/100 mL, dentro del límite establecido (≤ 20 NMP/100 mL). Esto evidencia que, aunque no se registró excedencia en termotolerantes, el incumplimiento en coliformes totales constituye una limitación sanitaria para el uso del agua sin tratamiento. Este patrón concuerda con lo indicado por León et al. (2022), quienes concluyeron que la contaminación microbiológica representa el riesgo más grave para el bienestar de las personas y asociaron la presencia de coliformes con el manejo inadecuado de residuales domésticos y animales; asimismo, Reyes et al. (2022) reportaron contaminación de origen fecal marcada en los manantiales



evaluados, indicando que la microbiología limita el uso potable a pesar de una fisicoquímica aceptable. A nivel nacional y regional, nuestros resultados se diferencian de Antesano y Zavala (2025) y Pimentel (2024), donde no se evidenció contaminación fecal significativa; pero se asemejan a lo reportado por Quispe (2025) y Caso (2024), quienes hallaron que los parámetros microbiológicos no cumplen plenamente para consumo humano, resaltando que en manantiales andinos el principal problema suele ser la recontaminación microbiológica y lo importante que es purificarla y esterilizarla antes de beberla.

En el establecimiento del uso del agua, la comparación de resultados con el D.S. N.º 004-2017-MINAM (ECA Agua, Categoría 1, Subcategoría A) permitió definir que, por su cumplimiento fisicoquímico, los manantiales de Chiasi son compatibles con el uso como fuente superficial destinada a la producción de agua potable; sin embargo, el excedente de colis totales (176–260 NMP/100 mL) restringe el consumo humano directo, haciendo indispensable el tratamiento y la desinfección previa. Esta conclusión coincide con Reyes et al. (2022), quienes señalaron que el agua puede ser físicamente apta, pero su uso potable se limita por contaminación fecal; y también con Reyes de la Cruz (2019), quien, además de evidenciar contaminación microbiológica, reportó que la población usa el agua para actividades domésticas (lavado, preparación de alimentos y aseo), lo que muestra la importancia de que el “uso real” no siempre coincide con el “uso permitido” por la calidad. En el contexto regional, estudios como Condori (2025) y Caso (2024) refuerzan que, aun cuando la fisicoquímica cumple, la presencia de indicadores microbiológicos obliga a orientar el uso hacia la obtención de agua para beber con tratamiento y a restringir el consumo directo, destacando



que la gestión del manantial debe enfocarse no solo en medir parámetros, sino en definir usos seguros según la normativa y el riesgo sanitario asociado.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi se encontraron dentro de los ECA para Agua determinados en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1, Subcategoría A, registrándose valores de pH entre 6.8 y 8.01, conductividad eléctrica entre 790 y 1200 $\mu\text{mho/cm}$, turbidez entre 2.8 y 3.5 NTU y STD entre 395 y 600 mg/L. Asimismo, la dureza total (219–420 mg/L como CaCO_3) y los sulfatos (1.82–2.52 mg/L) no superaron los límites normativos. Para concluir, el agua satisface los criterios fisicoquímicos del ECA Agua categoría 1-A, siendo apta como fuente superficial para la producción de agua potable, previa aplicación de tratamiento con desinfección.

SEGUNDA: Los resultados microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi evidenciaron incumplimiento parcial de los ECA para Agua del D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1-A, debido a manifestaciones de coliformes totales entre 176 y 260 NMP/100 mL, superiores al VMP de 50 NMP/100 mL. En contraste, los coliformes termotolerantes evidenciaron cifras entre 6 hasta 12 NMP/100 mL, dentro del límite de 20 NMP/100 mL. Es decir que, el agua requiere tratamiento y desinfección antes de su uso poblacional.

TERCERA: El establecimiento del uso del agua de los manantiales del sector Chiasi permitió determinar que, de acuerdo con los ECA para Agua establecidos en el D.S. N.° 004-2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A, el recurso hídrico es



apto como fuente superficial destinada a la producción de agua potable, debido al cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos evaluados. No obstante, el incumplimiento en el parámetro de colis totales (176–260 NMP/100 mL) restringe su uso para consumo humano directo, siendo necesario aplicar procesos de tratamiento y desinfección.

CUARTO: Como conclusión general, la evaluación de la calidad del agua y el uso de los manantiales del sector Chiasi, conforme a los ECA para Agua del D.S. N.º 004-2017-MINAM, evidenció que el recurso hídrico satisface los criterios fisicoquímicos, pero muestra limitaciones microbiológicas por coliformes totales. El índice ICARHS clasificó la calidad del agua como “Buena”, con valores de 79.38 y 82.37 para los manantiales 1 y 2, respectivamente. De modo que, el agua no es recomendable para el consumo de la población directa, pero sí puede utilizarse como fuente superficial para la producción de agua bebible, previa aplicación de tratamiento y desinfección.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda que futuros trabajos de investigación amplíen el periodo de muestreo, considerando diferentes épocas del año (estiaje y lluvias), a fin de evaluar la variabilidad temporal del estado del agua de las vertientes del sector Chiasi y su influencia en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.
- SEGUNDA:** Se sugiere a futuros investigadores incorporar un mayor número de manantiales y puntos de muestreo, incluyendo zonas de captación y puntos de uso, con el propósito de obtener una evaluación más representativa de la pureza del agua y del empleo del agua en la región que se analizó.
- TERCERA:** Se recomienda que próximas investigaciones incluyan análisis microbiológicos complementarios, como *Escherichia coli* y otros patógenos indicadores, para fortalecer la evaluación del riesgo sanitario asociado al uso del agua de manantiales destinados a fines poblacionales.
- CUARTO:** Se sugiere desarrollar investigaciones orientadas a evaluar la eficiencia de diferentes alternativas de potabilización y esterilización del agua de manantiales, considerando tecnologías apropiadas para zonas rurales, con el fin de mejorar la aptitud del agua que toma la gente.
- QUINTO:** Se recomienda que futuros trabajos de investigación incorporen el análisis del uso del suelo y de las actividades antrópicas en el entorno de los manantiales, a fin de identificar posibles fuentes de



contaminación y proponer medidas de protección y conservación
del recurso hídrico.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon, W. (2019). *Aplicación de procedimientos de Índices de Calidad de Agua (ICA) en el río Rímac*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/12169>
- Antesano Chávez, O. S., Rosas Poma, M. E., & Zavala Figueroa, N. J. (2025). Evaluación microbiológica y fisicoquímica de un manantial para el consumo humano en Huancayo, Perú. *Revista de la Universidad de Zulia*(45), 23 - 42. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.14599952>
- articwater*. (s.f.). Obtenido de <https://www.articwater.es/propiedades-del-agua/>
- Barron Ruelas, R. (28 de Marzo de 2024). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/718053106/infografia-manantiales>
- Ccaso Gomez, C. A. (2024). *Calidad de las propiedades físicas, químicas y biológicas del líquido de los veneros Titin Phuju y Q'uespi Phuju, apta para el consumo de la población de Huarahuarani, El Collao - 2024*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.
- Cifuentes, B. G. (2004). *Medición de qué tan buena está el agua para beber y para usar en fábricas, sacada de pozos mecánicos en la zona de Mixco, Guatemala*.
- Clara, M. (2005). *Análisis de la condición del líquido que ingiere la población y la percepción de la gente sobre las tecnologías que mejor funcionan para desinfectarla en sus hogares, dentro de la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*.
- Cordain, E. S. (2005). *Indicadores del agua: parámetros radiactivos, físicos, químicos y organolépticos para la salud pública*.



- Cortes, A., Santa Cruz, A., Hernández, A., & Romero. (2019). Análisis de la
polución microbiológica (coliformes totales y fecales) en el río Huaura –
2018. *Big Bang Faustini*, 8(4).
doi:<https://doi.org/10.51431/bbf.v8i4.556>
- Denehak, M. (11 de Enero de 2023). Obtenido de <https://shre.ink/7KEO>
- Díaz de Santos. (1992). *Métodos estandarizados para el examen de aguas
potables y residuales*. Madrid - España.
- Fawell, & Nieuwenhuijsen. (2003). *Evaluación bacteriológica del agua potable
provista dentro de los colegios del gobierno del distrito de Puno*. India.
- Food and Agriculture Organization. (16 de Diciembre de 2016). Obtenido de
<https://shre.ink/7uXx>
- Gonzales, M., Orozco, C., Perez, A., & Rodrigues, F. (2003). *Contaminación
ambiental. Una visión desde la química*.
- Gonzales, T. (2011). *Monitoreo de la calidad del agua: El pH*. Cali - Colombia.
- imp METRICA. (30 de Agosto de 2023). Obtenido de
[https://impmetrica.com/manantiales-importantes-fuentes-de-agua-
natural/](https://impmetrica.com/manantiales-importantes-fuentes-de-agua-natural/)
- Instituto del Agua. (s.f.). Obtenido de <https://shre.ink/7KEA>
- Laboratorio GEEdysa. (s.f.). Obtenido de
<https://www.laboratoriogedysa.com/parametros-agua-potable/>
- León-Duharte, L., Arada-Pérez, M., Vila-Torres, L., Fernández-Estrada, A., &
Chibinda, C. (2022). Evaluación de la calidad del agua del manantial “El
Paraíso” en Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química*, 34(2).
- Maceira, A. (s.f.). *laagua*. Obtenido de <https://shre.ink/7uXM>



- Metcalf. (1995). *Ingeniería de líquidos residuales tratamiento vertido y reutilización*. Madrid - España: Mc Graw. .
- Midgley, E. (s.f.). OIEA. Obtenido de <https://www.iaea.org/es/bulletin/contaminantes-del-agua-la-crisis-invisible>
- MINAM. (21 de Setiembre de 2022). Obtenido de <https://aulaambiental.minam.gob.pe/de-donde-vienen-los-manantiales/>
- Ochoa J., A. (s.f.). *Manantiales de Agua*. Universidad de Sonora.
- Palomino Quispe, F. Y. (2023). *Evaluación de calidad de líquido para ingesta humana en el manantial estange del sector Patawasi, Checacupe-Canchis-Cusco 2022*. Universidad Continental, Cusco - Perú.
- peñaclara. (21 de Junio de 2022). Obtenido de <https://penaclara.es/que-es-un-manantial/>
- Quispe Flores, C. A. (2025). *Calidad del líquido según indicadores fisicoquímicos y bacteriológicos del venero en el barrio Orkapata de la ciudad de Puno – 2024*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú. Obtenido de <https://shre.ink/7uXs>
- Reyes de la Cruz, J. C. (2019). *Estudio de calidad y uso del agua en el manantial ubicado a un costado del palacio municipal de Filomeno Mata, Ver.* Universidad Veracruzana, Tuxpan - Veracruz.
- Reyes Toscano, C. A., Cuevas Villanueva, R. A., Vázquez Mejía, G., Cortés Martínez, R., & Bocanegra Ramírez, D. M. (2022). Evaluación de la calidad del agua de manantiales ubicados en la comunidad El Platanal, Michoacán, México. *Ciencia Nicolait*(85), 53 - 72. doi:<https://doi.org/10.35830/cn.vi85.658>



Roberti Pérez, L. (s.f.). Obtenido de <https://shre.ink/7KEg>

Sawyer, C. (1994). *Chemistry for Environmental Engineering*. McGraw-Hill Companies.

SOLAN DE CABRAS. (s.f.). Obtenido de <https://solandecabras.es/mundo-solan/lugares/que-es-un-manantial/>



ANEXOS



ANEXO 1: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
¿Cuál es la calidad del agua y el uso de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM?	Evaluar la calidad del agua y uso de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.	La calidad del agua y el uso de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.	Variable de interés: Calidad del agua de los manantiales.	Tipo de investigación. El estudio pertenece a una investigación aplicada, dado que los resultados obtenidos tienen una utilidad práctica orientada a la estimación de la condición del fluido y a la identificación de los usos del recurso hídrico, generando información técnica importante para que las autoridades del lugar puedan decidir y usuarios del agua
PROBLEMAS ESPECÍFICOS 1) ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, y en qué medida cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM? 2) ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos	OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1) Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM. 2) Determinar los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 1) Los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, Puno no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM. 2) Los parámetros microbiológicos del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de	Variable de caracterización: Uso del agua de los manantiales del sector Chiasi	Enfoque de la investigación La investigación tiene un enfoque cuantitativo, porque se apoya en medir de forma objetiva los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos del agua, los cuales son expresados mediante unidades de medida establecidas y comparados con las cantidades de referencia que marcan los ECA.



del agua de los manantiales del sector Chiasi, provincia de Moho, y en qué medida cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM? 3) ¿Cuáles son los usos del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM?	Chiasi, provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM. 3) Establecer el uso del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, D.S. N° 004-2017-MINAM.	Moho, Puno no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM 3) El uso del agua de los manantiales del sector Chiasi provincia de Moho, no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, categoría 1 poblacional y recreacional, establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM.		
--	--	--	--	--



VALIDACION DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	SILVIA V. QUISPE LAURA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	RONY RONALD JAÑO AGUILA

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APPLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

98.25%



SILVIA V. QUISPE LAURA
INGENIERO SANITARIO Y
AMBIENTAL
CIP: 369398



VALIDACION DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	LUDVER EFRAIN QUILLE SALGUERO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	RONY RONALD JAÑO AGUILA

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

90.35%

LUDVER EFRAIN QUILLE SALGUERO
Ingeniero Sanitario y Ambiental
CIP N° 268708



VALIDACION DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	MIGUEL A. MORALES ARIZACA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	RONY RONALD JAÑO AGUILA

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

90.05%



Miguel A Morales Arizaca
ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
CIP. 312564

ANEXO 3:

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM.

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**



Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₈ - C ₂₆)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromodlorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁴	<5x10 ⁴



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 23 - 01 - 2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RONY RONALD JAÑO AGUILA

Dirección: C. POBLADO LACASANI

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46922604

Teléfono: 917786376 email: ronyronaldjanoaguila8@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y USO DEL AGUA EN MANANTIALES DEL SECTOR

CHIASI PROVINCIA DE MOHO, PUNO 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): CALIDAD DEL AGUA, MANANTIALES, ECA AGUA, ICARHS, USO DEL AGUA.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☐ Internacional

☒ Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

23 - 01 - 2026

Fecha