



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE SANITARIA Y AMBIENTAL



**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES
PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD
COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE
JULIACA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO

**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

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES
PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD
COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE
JULIACA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

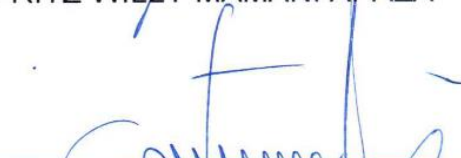
PRESIDENTE


: _____
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA


PRIMER MIEMBRO


: _____
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
M. Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS


: _____
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 299-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 14 de mayo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-1805 presentado por el (la) Bachiller: AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO 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. AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO, quien solicita NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN de la Tesis Titulado: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO, la misma que pertenece a la línea de investigación CONTAMINACION 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 merito 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. EFRAIN PARILLO SOSA
* 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, Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de el (la) bachiller: AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO; del informe final de la investigación (tesis) titulado: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental. de acuerdo al siguiente detalle:

- * FECHA : Miércoles 21 de mayo del 2025
* HORA : 09:30 horas
* LUGAR : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

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 PURAS

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



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1881-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 13578 por el señor (a): **AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – N° 1410- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 138- 2024 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): **AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO**, 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 **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** 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° 138- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION 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): **AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

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 ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Milton Quispe Huanca
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 148-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-04195, presentado por el señor (a) **AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 161-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 29 -2024 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 (la) estudiante: **AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO**, 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 **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** 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° 29 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO**.

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 o (la) Bachiller: **AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO** 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 **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

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. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Etrain Pacillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA MANEJO DE RESERVA PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72856904
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-7647-7618
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
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
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821
Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y calidad ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca: Lugar: Comunidad Collana anexo Ilo Ilo Coordenadas: N -15.538632° E -70.158737° https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1HUG2bf858kufkSuiTMAJ2GYQS2TuGIU&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio - 2024 - Mayo - 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	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





DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo AINE RUTH KEILA SOTO MACEDO, identificado con DNI Nro. 72856904 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

" DETERMINACIÓN DE LA CAUDAL DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO 'LO ILLO DE LA CIUDAD DE JUACA REGIÓN PUNO "

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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 26 de Junio del 2025

Dr. ARNALDO YANA TORRES
FIRMA DEL ASESOR (obligatoria)

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

dedico este logro a mi querido Papá y Mamá pilares fundamentales de mi vida quienes con su amor esfuerzo y sacrificio me han enseñado el valor de la perseverancia y la dedicación gracias papa por tu fortaleza y ejemplo que siempre me impulsaron a seguir adelante gracias mama por tu apoyo incondicional y tus palabras de aliento que iluminaron mi camino este triunfo es un reflejo del esfuerzo conjunto y no habría sido posible sin su confianza y motivación constantes los llevo en mi corazón con eterna gratitud y admiración



AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por mi formación profesional, a mis docentes por su guía constante, a mis compañeros y amigos por su apoyo incondicional, y a mi familia, cuya fortaleza, amor y sacrificio fueron el pilar fundamental en este logro.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación de la problemática	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. Problema General	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Justificación de la investigación	3
1.3.1. Justificación Técnica	3
1.3.2. Justificación Económica	3
1.3.3. Justificación social	4
1.3.4. Justificación Ambiental.....	5
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	6
1.5. Hipótesis	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.5.2. Hipótesis específicas	7
1.6. Variables e indicadores	7
1.7. Operacionalización de las variables	8



CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

- 2.1. Antecedentes de la investigación 9
 - 2.1.1. Antecedentes internacionales 9
 - 2.1.2. Antecedentes Nacionales..... 11
 - 2.1.3. Antecedentes de nivel local y Regional 11
- 2.2. Marco teórico 13
 - 2.2.1. Calidad del agua 13
 - 2.2.2. La calidad del agua y sus usos en el laboratorio analítico..... 14
 - 2.2.3. Parámetros que influyen en la calidad del agua..... 15
 - 2.2.4. Procedimientos empleados para la purificación del agua..... 17
 - 2.2.5. Aguas subterráneas 20
 - 2.2.6. Métodos para análisis del agua..... 22
 - 2.2.7. Parámetros de calidad del agua..... 23
 - 2.2.8. Normativa de calidad del agua en Perú 23
 - 2.2.9. Impactos de la calidad del agua en la salud humana 24
 - 2.2.10. Métodos de evaluación de la calidad del agua 24
 - 2.2.11. Gestión y tratamiento del agua 25
 - 2.2.12. Importancia de los recursos hídricos en zonas rurales 26
 - 2.2.13. Región Puno y características hídricas 26
- 2.3. Marco conceptual 28

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Diseño de investigación 29
 - 3.1.1. Enfoque cuantitativo..... 29
 - 3.1.2. Nivel 30
 - 3.1.3. Tipo..... 30
- 3.2. Metodología de trabajo..... 31
 - 3.2.1. Recolección de datos..... 31



3.3.	Población y muestra.....	33
3.3.1.	Población	33
3.3.2.	Muestra	33
3.4.	Técnicas e instrumentos de la investigación	34
3.4.1.	Técnicas.....	34
3.4.2.	Técnicas para el análisis químico del agua	37
3.4.3.	Instrumentos	40
3.5.	Metodología para Análisis físico del agua de pozos.....	45
3.5.1.	Trabajo de laboratorio	47

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1.	Relevancia para el análisis de agua en manantes:	53
4.2.	Resultados	53
4.2.1.	Análisis físico del agua de manantes	56
4.2.2.	Análisis de resultado parámetros físicos del agua	58
4.2.3.	Análisis químico del agua de manantes	59
4.2.4.	Análisis batereológico	61
4.2.5.	Técnicas de mejoramiento del agua de los manantes.....	62
4.2.6.	Plan de Tratamiento para Mejorar la Calidad del Agua en la Comunidad Collana Anexo Ilo Ilo.....	64

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización de las variables</i>	8
Tabla 2 <i>Parámetros que influyen en la calidad del agua</i>	16



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema simplificado del ciclo del agua obtenida</i>	15
Figura 2 <i>Esquema general del procedimiento empleado en la purificación del agua para fines analíticos</i>	19
Figura 3 <i>Realización de muestreo</i>	34



RESUMEN

El propósito de esta investigación fue evaluar la calidad del agua subterránea destinada al consumo humano en la comunidad de Collana anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca región Puno uno de los principales retos en las zonas rurales fue el acceso a agua potable debido a que con frecuencia se utilizó directamente sin ningún tratamiento lo cual implicó riesgos para la salud al no cumplir con los estándares de calidad ante el problema creciente de la escasez de agua potable las comunidades de esta región optaron por fuentes subterráneas siendo la contaminación más habitual de estas aguas consecuencia de residuos líquidos desechos de origen humano y animal diferentes contaminantes de tipo físico químico y biológico

El propósito de este estudio fue evaluar la calidad físico-química y bacteriológica del agua de manantiales destinada al consumo en la comunidad de Collana. Los resultados obtenidos revelaron variaciones en el pH, que fluctuaban desde ligeramente ácidos en algunas áreas hasta más alcalinos en otras, lo que sugiere posibles diferencias en la composición química del agua o influencias tanto naturales como humanas. Asimismo, la conductividad eléctrica presentó notables variaciones, lo que indicó concentraciones distintas de iones disueltos en diversos puntos. En cuanto a la turbidez, se observó un nivel elevado, lo que señala la presencia de una mayor cantidad de partículas suspendidas. Además, se identificaron fluctuaciones en los sólidos totales disueltos, la dureza total, los cloruros, los sulfatos y el magnesio, cuyos cambios podrían estar relacionados con la geología local o posibles fuentes de contaminación.

Palabras Claves: Análisis físico químico del agua – Aguas de manantes, tratamiento de agua para consumo humano



ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the quality of groundwater intended for human consumption in the community of Collana, annex Ilo Ilo, in the city of Juliaca, Puno region. One of the main challenges in rural areas was access to drinking water, as it was often used directly without any treatment, which posed health risks due to its failure to meet quality standards. Given the growing problem of drinking water scarcity, the communities in this region turned to groundwater sources. The most common contamination of these waters came from liquid waste, human and animal waste, and various physical, chemical, and biological contaminants.

The objective of this study was to analyze the physical, chemical, and bacteriological quality of spring water intended for consumption in the Collana community. The findings revealed variations in pH, ranging from slightly acidic in some areas to more alkaline in others, indicating possible differences in the chemical composition of the water or both natural and human influences. Furthermore, electrical conductivity showed notable variations, indicating different concentrations of dissolved ions at various points. The turbidity was high, suggesting a greater presence of suspended particles. Additionally, fluctuations were identified in total dissolved solids, total hardness, chlorides, sulfates, and magnesium, which could be related to local geology or potential sources of contamination.

Key words: Physicochemical analysis of water – Spring water, water treatment for human consumption.



INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable de calidad es un desafío significativo en muchas comunidades rurales del Perú, especialmente en zonas como la región Puno, donde gran parte de la población depende de fuentes naturales de agua sin tratamiento adecuado. La comunidad de Collana, anexo Ilo Ilo, en la ciudad de Juliaca, no es la excepción. Los manantiales subterráneos se utilizan como fuente principal de agua para el consumo humano, pero la falta de un control riguroso de su calidad representa un riesgo para la salud de los habitantes.

En contextos rurales, la carencia de infraestructura adecuada para el tratamiento del agua hace que los habitantes consuman el recurso directamente, exponiéndose a posibles contaminantes físicos, químicos y biológicos. Estos contaminantes pueden derivar de diferentes fuentes, como aguas residuales, desechos de origen humano y animal, o incluso de la misma geología del terreno.

El estudio tuvo como propósito analizar la calidad del agua subterránea de los manantiales utilizados por la comunidad de Collana evaluando su idoneidad para el consumo humano para ello se investigaron parámetros físicos químicos y bacteriológicos con el objetivo de identificar posibles riesgos y plantear soluciones que garantizaran la seguridad y el bienestar de la población.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

El acceso al agua potable segura representa uno de los principales retos para las comunidades rurales de peru especialmente en la region puno en estas zonas los habitantes dependen de fuentes naturales como manantiales subterráneos para cubrir sus necesidades básicas de agua destinada al consumo humano la comunidad de collana anexo ilo ilo en la ciudad de juliaca enfrenta este desafío debido a que su abastecimiento de agua proviene de manantiales que no reciben tratamiento previo antes de ser consumidos

La falta de infraestructura adecuada para tratar el agua junto con el desconocimiento sobre la calidad de las fuentes subterráneas incrementa el riesgo de enfermedades relacionadas con el consumo de agua esta problemática se agrava por la posible presencia de contaminantes físico químicos y biológicos provenientes de aguas residuales desechos humanos y animales además de agentes contaminantes derivados de actividades agrícolas o industriales cercanas estos contaminantes no solo afectan la salud de los habitantes sino que también ponen en riesgo la sostenibilidad de las fuentes de agua a largo plazo

Ante la creciente escasez de agua potable en la región la comunidad de collana depende cada vez más de estas fuentes subterráneas lo que hace imprescindible evaluar su calidad sin un análisis adecuado de las condiciones del agua la población queda



expuesta a consumir agua no segura con potenciales consecuencias graves para la salud pública por ello resulta fundamental realizar un estudio detallado que determine la calidad del agua de los manantiales y proponga acciones correctivas que garanticen un suministro seguro contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de la comunidad

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Es adecuada la calidad de las aguas de manantes destinadas al consumo humano en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca, región Puno, según los estándares establecidos por la normativa sanitaria nacional?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son los valores de los parámetros de calidad física del agua de los manantes en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo, y se encuentran dentro de los límites permisibles para el consumo humano?
2. ¿Cuál es la concentración de coliformes termotolerantes en las aguas de manantes de la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo, y representa un riesgo sanitario para el consumo humano?
3. ¿Cuál es el nivel de tratamiento necesario para garantizar la calidad del agua de manantes destinada al consumo humano en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo?



1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Justificación Técnica

La evaluación de la calidad del agua en los manantes de la comunidad Collana anexo Ilo Ilo en la ciudad de Juliaca región Puno es importante desde una perspectiva técnica debido a los riesgos asociados al consumo de agua sin tratamiento en zonas rurales donde no existen sistemas de tratamiento es crucial analizar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua para garantizar su aptitud para el consumo humano el estudio de la calidad del agua mediante métodos científicos permite identificar contaminantes como bacterias sólidos disueltos sales metales pesados y otras sustancias provenientes de fuentes naturales o humanas los parámetros de ph conductividad eléctrica turbidez y dureza ofrecen información esencial sobre el estado del agua facilitando la identificación de alteraciones que puedan afectar su potabilidad

La implementación de normas y estándares internacionales como los establecidos por la Organización Mundial de la Salud y el Ministerio de Salud de Perú resultó esencial para determinar si el agua cumplía con los requisitos mínimos para el consumo humano desde un enfoque técnico este estudio permitió obtener un diagnóstico detallado de la calidad del agua además de establecer una base para la aplicación de medidas correctivas orientadas a optimizar la gestión del recurso hídrico en la comunidad

1.3.2. Justificación Económica

La evaluación de la calidad del agua en los manantes de la comunidad Collana anexo Ilo Ilo en la ciudad de Juliaca región Puno representó no solo una necesidad técnica sino también económica el acceso a agua potable segura impactó directamente en la economía local dado que la salud de la población influía en su productividad y bienestar el consumo de agua contaminada generó enfermedades transmitidas por el agua lo que ocasionó costos adicionales para las familias y el sistema de salud pública tanto en atención médica como en la pérdida de horas laborales y productividad



La inversión en la determinación y mejora de la calidad del agua ayudó a prevenir problemas de salud al disminuir los gastos asociados con el tratamiento de enfermedades gastrointestinales parasitarias y otras infecciones comunes en áreas con agua no tratada además una población saludable mostró mayor productividad y contribuyó de manera más eficiente al desarrollo económico de la comunidad mejorar la calidad del agua también generó beneficios a largo plazo como la reducción de costos en infraestructura sanitaria al minimizar la necesidad de intervenciones correctivas en salud garantizar un suministro seguro y sostenible atrajo inversiones y programas de desarrollo que mejoraron las condiciones socioeconómicas de Collana y sus alrededores en este contexto la justificación económica del estudio radicó en el ahorro de costos en salud pública y familiar el incremento en la productividad de la población y la posibilidad de captar inversiones futuras que fomentaron el desarrollo sostenible convirtiendo la mejora de la calidad del agua en una inversión estratégica para el bienestar económico de la región a largo plazo

1.3.3. Justificación social

la evaluación de la calidad del agua en los manantes de la comunidad Collana anexo ilo ilo en la ciudad de Juliaca región puno tiene una gran importancia social el acceso a agua potable segura constituye un derecho fundamental que impacta directamente en la calidad de vida de las personas en comunidades rurales como collana donde los recursos son limitados y el acceso a servicios básicos como agua tratada es deficiente garantizar un suministro de agua apto para el consumo resulta esencial para mejorar las condiciones de vida de la población

El consumo de agua contaminada se asocia a problemas de salud que afectan principalmente a los grupos más vulnerables como niños ancianos y personas con enfermedades crónicas estos sectores de la población son los más perjudicados por la falta de acceso a agua segura incrementando las desigualdades sociales al asegurar la calidad del agua se contribuye a disminuir las tasas de enfermedades y a mejorar el bienestar general fomentando un entorno más equitativo y saludable



Adicionalmente disponer de agua potable de calidad tiene un impacto positivo en áreas clave como la educación las enfermedades derivadas del consumo de agua contaminada pueden generar ausentismo escolar afectando el rendimiento académico de los estudiantes y limitando sus oportunidades de desarrollo futuro al reducir la incidencia de enfermedades las familias pueden dedicar menos tiempo y recursos al cuidado de los enfermos mejorando su calidad de vida y bienestar social

en este sentido la justificación social de este estudio radica en la necesidad de garantizar un entorno saludable para la comunidad de collana promoviendo la equidad social mejorando la salud pública y generando condiciones más justas y sostenibles para el desarrollo de la población este análisis contribuirá a la cohesión social al abordar una de las necesidades más esenciales de la comunidad como es el acceso a agua potable segura

1.3.4. Justificación Ambiental

La evaluación de la calidad del agua en los manantiales de la comunidad Collana, anexo Ilo Ilo, en la ciudad de Juliaca, región Puno, es fundamental para garantizar la salud y el bienestar de la población que depende de estas fuentes hídricas. Analizar la calidad del agua subterránea permite identificar posibles fuentes de contaminación y tomar medidas para mitigar los riesgos para la salud humana, asegurando a la vez un suministro adecuado para actividades agrícolas y domésticas. La contaminación derivada de desechos humanos, animales y agroquímicos no solo pone en peligro la salud de la población, sino que también disminuye la capacidad agrícola y degrada los ecosistemas locales, afectando directamente la productividad de la región y la seguridad alimentaria.

Este estudio también resulta esencial para implementar estrategias de gestión sostenible que prevengan la sobreexplotación y reduzcan la vulnerabilidad de los recursos hídricos frente a los desafíos ambientales identificar de manera temprana contaminantes físicos químicos y biológicos facilita la ejecución de planes de conservación y tratamiento que aseguren la disponibilidad y calidad del agua para las generaciones actuales y futuras contribuyendo al desarrollo económico y social de Collana un manejo adecuado de los



recursos hídricos no solo preserva el equilibrio ambiental sino que también promueve el bienestar comunitario y fortalece la sostenibilidad regional

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Determinar la calidad de aguas de manantes para el consumo humano en la comunidad Collana anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca región Puno.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Identificar los parámetros de calidad física en aguas de manantes para el consumo humano en la comunidad Collana anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca Región Puno
2. Identificar los parámetros microbiológicos en aguas de manantes para el consumo humano en la comunidad collana anexo ilo ilo de la ciudad de Juliaca Región Puno
3. Determinar el nivel de tratamiento para mejorar la calidad del agua para para el consumo humano en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca Región Puno

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

La calidad de las aguas de manantes destinadas al consumo humano en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca, región Puno, no cumple con los estándares establecidos por la normativa sanitaria nacional, requiriendo tratamiento para garantizar su potabilidad.



1.5.2. Hipótesis específicas

1. Los parámetros de calidad física del agua de manantes en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo presentan valores que superan los límites máximos permisibles establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA, afectando su aptitud para el consumo humano.
2. El agua de manantes en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo presenta niveles de coliformes termotolerantes superiores a los estándares de calidad para agua potable, evidenciando contaminación microbiológica.
3. El nivel de tratamiento actual del agua en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo es insuficiente para garantizar su calidad sanitaria, siendo necesario implementar procesos complementarios para asegurar su aptitud para el consumo humano..

1.6. VARIABLES E INDICADORES

VI = CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO

INDICADORES:

PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA

VD = AGUAS AGUAS DE MANANTES

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS



1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de las variables

índices e indicadores		
Variable Independiente: Parámetros del agua	PARÁMETROS	pH
		conductividad
		solidos totales disueltos
		turbidez
		dureza total
		sulfatos
		cloruros
Variable dependiente: Calidad de manantes	parámetros microbiológicos	manganeso
		coliformes totales
		coliformes termo tolerantes

Nota: elaboración propia



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Díaz (2018). Las propiedades químicas y físicas del agua y los sedimentos del lago Zempoala fueron objeto de especial atención durante un examen que duró todo un año. Se descubrió que este cuerpo de agua contenía indicadores de procesos de descomposición relacionados con la concentración de materia orgánica. Como resultado, se pudo concluir que la naturaleza de esta masa de agua era monomítica. Además, los estudios sobre el oxígeno disuelto y el dióxido de carbono proporcionaron pruebas a favor de este fenómeno el estudio también evidenció una eutrofización progresiva influenciada por diversos factores lo que permitió diferenciar entre las áreas trofólítica y tropogénica además se concluyó que el limo del lago contenía una alta concentración de materia orgánica con variaciones de ph hacia valores más ácidos y niveles diferentes de nutrientes que indicaron el grado de descomposición del detritus

Chán (2015). Que con el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua de tres ríos ubicados en la cuenca alta del Sis Icán en Guatemala con el propósito de determinar su aptitud para el consumo humano se realizaron mediciones de parámetros químicos y microbiológicos en dos puntos de cada río cabecera y desembocadura durante el período de 2012 a 2013 los resultados



indicaron que aunque los contaminantes químicos no afectaban significativamente la calidad del agua para el consumo los niveles de coliformes totales y fecales revelaron contaminación microbiológica lo que hacía que el agua no fuera apta para el consumo sin un proceso de desinfección previa las pruebas de hipótesis mostraron que las concentraciones de estos contaminantes eran más elevadas en las desembocaduras en comparación con las cabeceras se concluyó que era necesario implementar acciones preventivas y correctivas con el fin de disminuir la contaminación y proteger estos recursos hídricos

Velázquez- (2012). La investigación que se llevó a cabo sobre la calidad del agua potable en el pantano de Chapala Michoacán, en México, se realizó con la intención de determinar los niveles de contaminación presentes en las fuentes de agua aptas para el consumo humano en las regiones. Entre los años 2008 y 2009, se seleccionaron diecisiete puntos de muestreo de manantiales y pozos ubicados en los municipios de Villamar, Jiquilpan, Sahuayo, Venustiano Carranza y Cojumatlán. Los periodos de recolección de datos se llevaron a cabo a lo largo de tres periodos de tiempo diferentes. Mediante el análisis estadístico multivariante y el cálculo del índice de calidad del agua (ICA), se evaluaron diferentes parámetros de calidad del agua. Estos parámetros incluían el pH, la temperatura, la conductividad eléctrica, los metales totales y disueltos, como hierro, manganeso, plomo, cadmio, arsénico y zinc, así como cloruros, bicarbonatos, sulfatos y coliformes fecales. Además, se calculó el índice de calidad del agua. se detectaron niveles superiores a los límites permitidos en boro cadmio plomo y coliformes fecales los hallazgos permitieron clasificar las fuentes de agua en cuatro grupos de pozos y manantiales asociados a dos tipos de acuíferos aunque el 96 por ciento de las fuentes analizadas presentó una calidad buena o moderada el 4 por ciento restante mostró agua de baja calidad lo que resaltó la necesidad de realizar monitoreos periódicos para controlar la presencia de metales pesados como plomo



y cadmio disminuyendo los riesgos para la salud de las comunidades que dependen de estas fuentes

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Soriano (2018) Se destacó que la falta de un suministro continuo de agua potable obligó a utilizar agua subterránea para diversos fines, incluido el consumo humano. Sin embargo, durante este proceso no se consideró la presencia de posibles contaminantes que pudieran comprometer su calidad. El objetivo principal del proyecto fue analizar las características físicoquímicas y microbiológicas del agua subterránea en el área urbana correspondiente. Para ello, se seleccionaron tres puntos estratégicos de muestreo. Los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos y físicoquímicos fueron comparados con los límites máximos permitidos establecidos en las normativas de calidad del agua (p.25).

Gonzales (2021) La investigación se enfocó en evaluar la calidad del agua en la comunidad Señor de los Milagros de Yarinacocha, con el fin de determinar su idoneidad para el consumo humano. Los criterios analizados incluyeron la presencia de coliformes, el nivel de pH, la conductividad, la turbidez, los sólidos disueltos, la temperatura, el cloro residual y diversos metales, la recolección de muestras se llevó a cabo durante los períodos vegetativos de los meses de agosto y diciembre. Para cumplir con los objetivos del estudio, se evaluaron cuatro fuentes de agua y dos puntos de monitoreo, realizando múltiples repeticiones de pruebas físicoquímicas, microbiológicas y de metales pesados.

2.1.3. Antecedentes de nivel local y Regional

Quispe (2024) la investigación tuvo como objetivo principal analizar la gestión y la calidad del recurso hídrico proveniente de los manantiales de la Isla Amantaní ubicada en el departamento de Puno durante el año 2024 el estudio se realizó bajo un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y un nivel



descriptivo para ello se seleccionaron cuatro puntos estratégicos de muestreo en los manantiales donde se efectuaron análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos cumpliendo con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos para el agua destinada al consumo humano entre los parámetros evaluados destacaron la dureza el ph y la presencia de coliformes termotolerantes entre otros

Los resultados revelaron que varios parámetros superaban los límites permitidos, destacándose la alta dureza del agua y la presencia de coliformes termotolerantes, lo que evidenció que el agua no era apta para el consumo humano sin un tratamiento adecuado esta situación representó un riesgo significativo para la salud de los residentes de la isla quienes dependían de estos manantiales como su principal fuente de abastecimiento hídrico en respuesta se propusieron medidas como la desinfección mediante cloro y la implementación de sistemas de filtración con el objetivo de mejorar la calidad del agua y asegurar su potabilidad asimismo se resaltó la necesidad de establecer una gestión eficiente del recurso hídrico enfocada en la sostenibilidad y fomentando la participación activa de la comunidad.

Yucra (2024) La investigación evaluó la calidad del agua subterránea destinada al consumo humano en la comunidad de Yocará, sector Telato, distrito de Juliaca. Se analizaron parámetros físico-químicos y microbiológicos en cuatro puntos de muestreo. Los resultados indicaron que, aunque algunos parámetros como sólidos totales y color se encontraron dentro de los límites aceptables, otros, como el pH, dureza, y coliformes termotolerantes, excedieron los estándares establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA. Esto evidencia riesgos potenciales para la salud humana. Se recomendó implementar medidas correctivas, como tratamientos de desinfección y filtración, para garantizar la potabilidad del agua.

Cama (2024) La investigación evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de pozos subterráneos en la Parcialidad Fondo Morogachi, Juliaca, para determinar su aptitud como fuente de consumo humano. Se analizaron



parámetros físicos (pH, turbidez, temperatura), químicos (dureza, sólidos disueltos, cloruros) y microbiológicos, utilizando normas nacionales (D.S. N° 031-2010-SA).

Los resultados mostraron que, aunque los parámetros físico-químicos cumplían con los estándares establecidos, los análisis microbiológicos detectaron la presencia de coliformes, lo que comprometía la potabilidad del agua. Se recomendaron tratamientos como la cloración y la filtración para garantizar su seguridad, subrayando la necesidad de implementar medidas de gestión y monitoreo sostenible para asegurar un suministro de agua seguro y adecuado.

Paucar Núñez, E. (2023) La investigación tuvo como objetivo analizar la calidad de las aguas subterráneas para consumo humano en la comunidad campesina de Isañura, distrito de Capachica, región Puno. Se evaluaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos siguiendo estándares del D.S. N° 031-2010-SA. La metodología incluyó muestreos en siete puntos representativos, análisis en laboratorio y comparación con normativas vigentes. Los resultados mostraron variaciones en el pH, turbidez y dureza total, con algunos puntos excediendo límites permisibles en términos microbiológicos. Esto indica riesgos potenciales para la salud, destacando la necesidad de implementar sistemas de tratamiento como filtración y cloración, y monitoreo continuo.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Calidad del agua

La calidad del agua es un concepto relativo que adquiere significado solo en relación con el uso específico del recurso una fuente de agua lo suficientemente limpia para sostener la vida acuática puede no ser adecuada para actividades recreativas como la natación y un agua apta para el consumo humano podría no cumplir con los requisitos de la industria por ello la calidad debe definirse según el propósito que se le asigne



considerando esto se entiende que el agua se encuentra contaminada cuando presenta alteraciones que afectan su utilidad real o potencial

La calidad del agua se refiere al estado físico, químico, biológico y microbiológico del agua, determinado por su composición y características en relación con su uso previsto, como consumo humano, riego o actividades industriales. Factores como la turbidez, pH, dureza, sólidos disueltos, metales pesados y la presencia de microorganismos patógenos son clave para evaluar si el agua es apta para un propósito específico. Una calidad adecuada del agua es esencial para la salud humana, ya que previene enfermedades como diarrea y cólera, y para el equilibrio de los ecosistemas, además de ser vital para actividades económicas como la agricultura y la industria. Normativas como el D.S. N° 031-2010-SA en Perú y estándares internacionales de la OMS regulan los parámetros aceptables para garantizar su potabilidad y sostenibilidad. Por ello, la evaluación y control de la calidad del agua son fundamentales para la protección de la salud pública y la preservación del medio ambiente.

2.2.2. La calidad del agua y sus usos en el laboratorio analítico

El agua, cuya fórmula química es H_2O , es uno de los componentes fundamentales del mundo natural y se encuentra en ríos, lagos y océanos. Además, representa entre el sesenta y el setenta por ciento del cuerpo humano. Solo se encuentra en estado puro en la atmósfera, donde aparece en forma de vapor y, debido a los cambios de presión o temperatura, puede transformarse en precipitación, como demostró Rodríguez en 2005. Esto es así a pesar de que está presente en prácticamente toda la superficie de la Tierra. En sentido estricto, el agua no se consume, sino que se utiliza a medida que se mueve a través del ciclo natural conocido como ciclo del agua, tal y como se muestra en el gráfico correspondiente a este concepto.

Figura 1

Esquema simplificado del ciclo del agua obtenida



Nota: elaboración propia

2.2.3. Parámetros que influyen en la calidad del agua

Los parámetros que influyen en la calidad del agua se agrupan en tres categorías principales: físicos, químicos y biológicos, cada uno con características específicas que determinan la aptitud del agua para diferentes usos. A continuación, se describen:

1. Parámetros físicos

Turbidez: Indica la presencia de partículas suspendidas, como sedimentos y materia orgánica. Un agua altamente turbia puede afectar la potabilidad y los procesos de tratamiento.

Temperatura: Influye en la solubilidad de gases (como el oxígeno) y en los procesos biológicos, químicos y ecológicos del agua.

Color: Puede deberse a la presencia de compuestos orgánicos, minerales o contaminación, y afecta la aceptación estética y la percepción de calidad.

Sólidos suspendidos y disueltos: Miden la cantidad de materiales en el agua, como sedimentos o minerales, que pueden afectar tanto la calidad como el sabor y la seguridad.



2. Parámetros químicos

pH: Determina la acidez o alcalinidad del agua, siendo esencial para la vida acuática y los procesos de tratamiento.

Dureza: Relacionada con las concentraciones de calcio y magnesio, puede influir en la formación de depósitos y en la eficiencia de detergentes.

Nutrientes: Como nitratos y fosfatos, cuya presencia en exceso puede provocar fenómenos como la eutrofización.

Cloruros, sulfatos y bicarbonatos: Indicadores de sales presentes, que afectan el sabor y la corrosividad del agua.

Metales pesados: Como plomo, cadmio y arsénico, que son tóxicos y representan un riesgo significativo para la salud humana y ambiental.

Contaminantes orgánicos: Incluyen pesticidas, hidrocarburos y otros compuestos químicos que pueden ser dañinos incluso en bajas concentraciones.

3. Parámetros biológicos

Microorganismos: Como bacterias, virus y protozoos. La presencia de coliformes fecales es un indicador clave de contaminación por materia orgánica y riesgos para la salud.

Algas y fitoplancton: Su proliferación puede alterar el sabor, el olor y la seguridad del agua, además de reducir la calidad en ecosistemas acuáticos.

Tabla 2

Parámetros que influyen en la calidad del agua

		turbidez
		color
		visibilidad
parámetros físicos		olor
		sabor
		temperatura
		sólidos
parámetros químicos	indicadores	conductividad
		pH



dureza	
parámetros microbiológicos	sustancias químicas enterobacteria, klebsiella

Nota: ECAS 2019

2.2.4. Procedimientos empleados para la purificación del agua

Los procedimientos empleados para la purificación del agua consisten en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos diseñados para eliminar contaminantes y garantizar su calidad para diversos usos. A continuación, se describen los principales métodos:

1. Procedimientos físicos

Sedimentación: Consiste en dejar que las partículas suspendidas en el agua se asienten en el fondo de un tanque por acción de la gravedad. Es útil para eliminar sólidos grandes y partículas pesadas.

Filtración: El agua pasa a través de medios porosos como arena, grava o carbón activado, que retienen partículas suspendidas, microorganismos y ciertos compuestos químicos.

Flotación: Utiliza burbujas de aire para hacer que las partículas ligeras, como grasas y aceites, suban a la superficie, donde se retiran.

Evaporación y condensación: En este proceso, el agua se evapora para separar impurezas y luego se condensa nuevamente en su estado líquido.

2. Procedimientos químicos

Cloración: Se añade cloro u otros compuestos derivados para eliminar microorganismos patógenos y prevenir el crecimiento de bacterias.

Ozonización: Utiliza ozono como agente oxidante para destruir microorganismos, eliminar olores y mejorar el sabor del agua.

Ajuste de pH: Se emplean sustancias químicas como cal o ácido sulfúrico para equilibrar la acidez o alcalinidad del agua.



Coagulación y floculación: Se agregan sustancias como sulfato de aluminio o cloruro férrico para agrupar partículas pequeñas en flóculos más grandes, que luego pueden sedimentarse o filtrarse.

Desinfección con dióxido de cloro: Similar a la cloración, pero más eficaz contra ciertos microorganismos resistentes.

3. Procedimientos biológicos

Biorreactores: Utilizan microorganismos para degradar contaminantes orgánicos presentes en el agua.

Filtros biológicos: Consisten en materiales porosos que promueven el crecimiento de microorganismos para descomponer materia orgánica.

Lagunas de estabilización: Son cuerpos de agua poco profundos donde los procesos biológicos naturales eliminan contaminantes.

4. Procedimientos avanzados

Ósmosis inversa: Utiliza membranas semipermeables para eliminar sales, metales pesados y otros contaminantes disueltos.

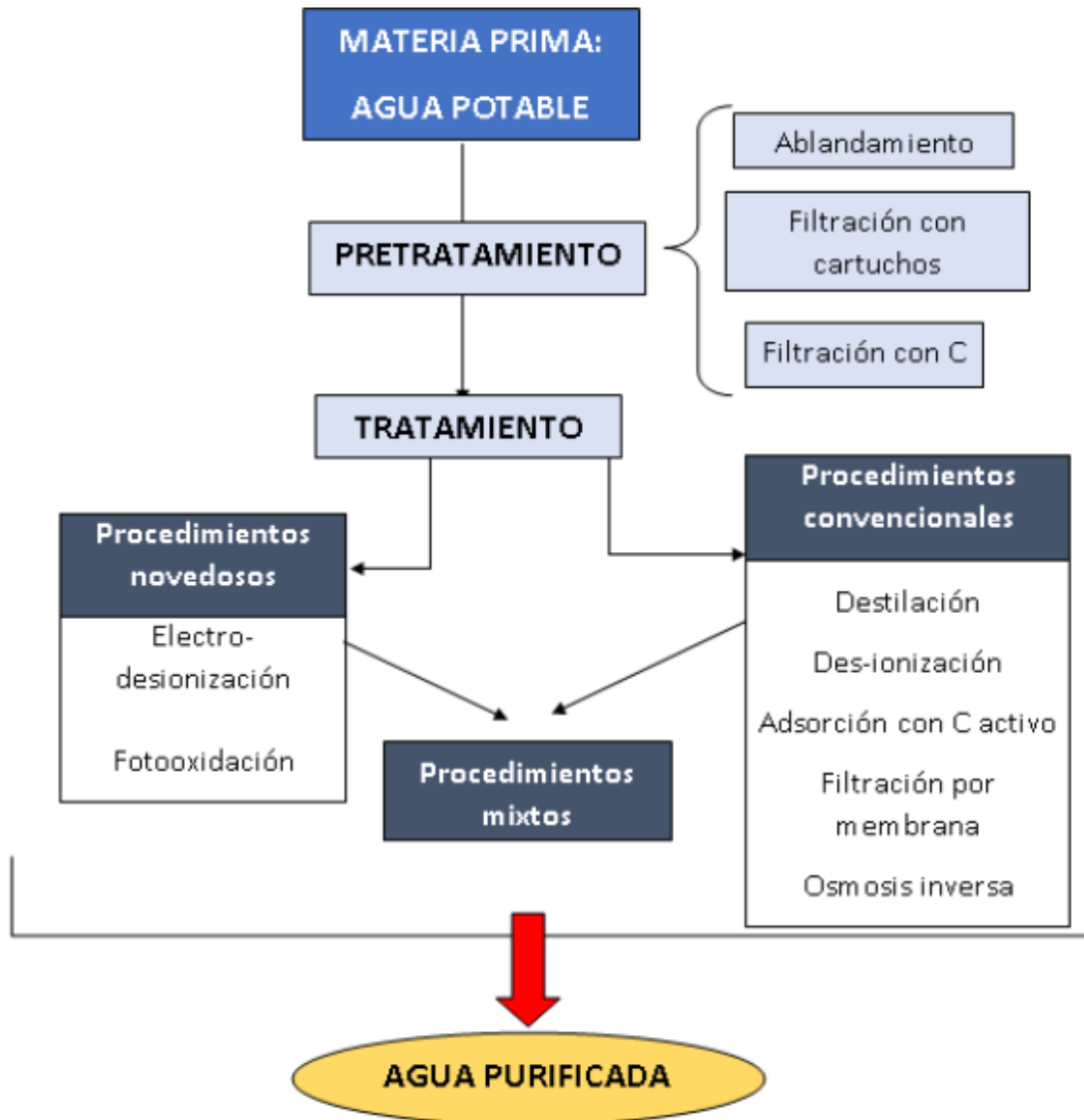
Ultrafiltración: Similar a la ósmosis inversa, pero más enfocada en eliminar partículas de mayor tamaño y microorganismos.

Adsorción: Utiliza materiales como carbón activado para retener contaminantes químicos y mejorar el sabor y el olor del agua.

Desinfección UV: Emplea luz ultravioleta para destruir microorganismos, incluyendo bacterias y virus, sin añadir químicos.

Figura 2

Esquema general del procedimiento empleado en la purificación del agua para fines analíticos



2.2.4.1. Factores que afectan la calidad del agua.

La calidad del agua depende de diversos factores físicos químicos y biológicos que determinan su adecuación para distintos usos los factores físicos incluyen la turbidez que refleja la cantidad de partículas suspendidas y la temperatura que afecta la solubilidad de los gases y los procesos biológicos entre los factores químicos se encuentra el ph que mide la acidez



o alcalinidad la dureza que está vinculada a los niveles de calcio y magnesio y la presencia de contaminantes como nitratos fosfatos y metales pesados que suelen derivar de actividades agrícolas industriales o urbanas los factores biológicos comprenden la presencia de microorganismos como bacterias virus y protozoos destacándose los coliformes fecales que son indicadores clave de contaminación microbiológica

2.2.4.2. *Parámetros físico-químicos y microbiológicos.*

Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos constituyen aspectos esenciales para analizar la calidad del agua y evaluar su aptitud para diferentes usos los parámetros fisicoquímicos incluyen el ph que determina el nivel de acidez o alcalinidad la turbidez que refleja la cantidad de partículas suspendidas la dureza relacionada con los niveles de calcio y magnesio y los sólidos disueltos totales que representan la concentración de minerales además se consideran contaminantes químicos como nitratos fosfatos y metales pesados que pueden afectar negativamente tanto la salud humana como los ecosistemas por su parte los parámetros microbiológicos abarcan la presencia de bacterias virus y protozoos siendo los coliformes fecales un indicador crucial de contaminación por materia orgánica estos elementos son indispensables para garantizar la seguridad del agua y asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad definidos por normativas tanto locales como internacionales

2.2.5. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas corresponden a reservas de agua almacenadas debajo de la superficie terrestre en estructuras geológicas conocidas como acuíferos estas masas de agua tienen su origen principalmente en la infiltración de precipitaciones ríos o lagos y se acumulan en los poros y fisuras de rocas o sedimentos constituyendo una fuente vital de suministro hídrico para el consumo humano la agricultura y la industria.



2.2.5.1. Características de las aguas subterráneas:

- Almacenamiento en acuíferos: Las aguas subterráneas se encuentran en acuíferos, que pueden ser libres (conectados a la atmósfera) o confinados (cubiertos por una capa impermeable).
- Filtración natural: Al moverse lentamente a través del suelo y las rocas, las aguas subterráneas son naturalmente filtradas, lo que generalmente mejora su calidad al eliminar partículas y contaminantes.
- Estabilidad térmica: Tienen temperaturas relativamente constantes, ya que están protegidas de las variaciones climáticas superficiales.
- Vulnerabilidad a la contaminación: Aunque están protegidas de muchas fuentes superficiales de contaminación, pueden ser afectadas por actividades humanas como la agricultura, la minería o la descarga de aguas residuales.
- Renovación lenta: La recarga de las aguas subterráneas puede ser un proceso lento, dependiendo de la permeabilidad del suelo y las condiciones climáticas, lo que las convierte en un recurso limitado y susceptible a la sobreexplotación.
- Distribución variable: La disponibilidad y calidad de las aguas subterráneas varían según las características geológicas de la región, siendo más abundantes en acuíferos porosos o fracturados.

2.2.5.2. Vulnerabilidades de los manantes frente a la contaminación.

Los manantes son altamente vulnerables a la contaminación debido a su conexión directa con la superficie y su dependencia de las aguas subterráneas. Entre los principales riesgos se encuentran la contaminación por actividades agrícolas, como el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, que se filtran al suelo y alcanzan los acuíferos. Asimismo, las aguas residuales domésticas e industriales no tratadas, así



como los vertederos cercanos, representan fuentes significativas de contaminación. La falta de protección física alrededor de los manantes facilita la entrada de contaminantes superficiales, como sedimentos, desechos sólidos y materia orgánica. Estas vulnerabilidades comprometen la calidad del agua, afectando su potabilidad y uso para actividades esenciales, y subrayan la necesidad de implementar medidas de conservación y manejo adecuado.

2.2.6. Métodos para análisis del agua

los métodos de análisis del agua se dividen en físico químicos y microbiológicos permitiendo evaluar su calidad y aptitud para diversos usos el análisis físico incluye parámetros como la turbidez el color y la temperatura que proporcionan información sobre las características visuales y térmicas del agua el análisis químico evalúa compuestos como nitratos fosfatos cloruros y metales pesados mediante técnicas como la espectrofotometría la cromatografía y la titulación estas mediciones son esenciales para identificar la presencia de contaminantes químicos que pueden afectar la salud y el medio ambiente

el análisis microbiológico se enfoca en la detección de microorganismos como bacterias virus y protozoos que son indicadores de contaminación por materia orgánica se emplean métodos como el recuento en placa el análisis de coliformes totales y fecales y técnicas moleculares como la reacción en cadena de la polimerasa pcr estas pruebas ayudan a identificar riesgos sanitarios asociados al consumo de agua contaminada por fuentes humanas o animales siendo cruciales para garantizar la seguridad del recurso hídrico

además se utilizan métodos avanzados como la electroquímica y la espectrometría de masas para detectar contaminantes emergentes y evaluar la



calidad integral del agua estas técnicas ofrecen resultados precisos y detallados sobre la composición del agua permitiendo a los expertos tomar decisiones fundamentadas en la gestión de recursos hídricos y en la implementación de sistemas de tratamiento adecuados para mejorar la calidad del agua destinada al consumo humano y otras actividades esenciales

2.2.7. Parámetros de calidad del agua

Parámetros de calidad del agua:

Físicos:

pH: Indica la acidez o alcalinidad del agua.

Turbidez: Mide la cantidad de partículas suspendidas.

Temperatura: Influye en la solubilidad de gases y procesos biológicos.

Color y olor: Indican la presencia de contaminantes orgánicos o inorgánicos.

Químicos:

Dureza: Relacionada con la concentración de calcio y magnesio.

Sólidos disueltos totales (TDS): Cantidad de minerales y sales disueltos.

Cloruros y sulfatos: Indicadores de contaminación química.

Metales pesados: Como plomo, arsénico o mercurio, que son tóxicos.

Nutrientes: Nitratos y fosfatos, asociados a contaminación agrícola.

Microbiológicos:

Coliformes totales y fecales: Indicadores de contaminación biológica.

Patógenos: Bacterias, virus y protozoos, como Escherichia coli.

2.2.8. Normativa de calidad del agua en Perú

El D.S. N° 031-2010-SA es una normativa peruana que establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el agua, regulando los parámetros



físico-químicos y microbiológicos necesarios para asegurar su aptitud según los diferentes usos, como consumo humano, riego, recreación y protección de ecosistemas. Este decreto define límites máximos permisibles para parámetros como pH, turbidez, dureza, metales pesados, coliformes fecales y sustancias químicas, basándose en criterios de salud pública y sostenibilidad ambiental. Además, prioriza la prevención de la contaminación y promueve un manejo responsable de los recursos hídricos, exigiendo el monitoreo y cumplimiento de estos estándares por parte de autoridades y usuarios.

2.2.9. Impactos de la calidad del agua en la salud humana

La calidad del agua influyó directamente en la salud humana ya que el consumo de agua contaminada provocó diversas enfermedades como diarrea cólera hepatitis A y fiebre tifoidea principalmente debido a la presencia de microorganismos patógenos como bacterias virus y protozoos además los contaminantes químicos como nitratos metales pesados como arsénico plomo y mercurio y pesticidas generaron efectos crónicos como daños neurológicos enfermedades renales cáncer y trastornos en el desarrollo infantil la exposición a agua de baja calidad afectó especialmente a las poblaciones vulnerables como niños y ancianos lo que resaltó la importancia de mantener estándares adecuados de potabilidad para proteger la salud pública

2.2.10. Métodos de evaluación de la calidad del agua

La evaluación de la calidad del agua se realiza a través de métodos físico-químicos, microbiológicos y organolépticos que permiten determinar su aptitud para distintos usos. Los análisis físico-químicos miden parámetros como pH, turbidez, dureza, sólidos disueltos totales (TDS) y la concentración de contaminantes químicos, como nitratos, cloruros y metales pesados. Estas mediciones se realizan con equipos especializados, como medidores de pH, turbidímetros y espectrofotómetros, que garantizan resultados precisos. Por su parte, los análisis



microbiológicos detectan la presencia de microorganismos patógenos, como bacterias, virus y protozoos. Métodos como el recuento de coliformes totales y fecales a través del número más probable o cultivos en placas resultaron esenciales para evaluar la contaminación biológica los análisis organolépticos se centraron en características como el color el olor y el sabor del agua ofreciendo indicadores preliminares de contaminación este proceso se complementó con un muestreo adecuado que incluyó la recolección de muestras representativas de distintos puntos de la fuente de agua siguiendo protocolos establecidos este enfoque integral permitió identificar los riesgos relacionados con el agua y desarrollar estrategias de tratamiento y conservación que garantizaran su calidad y sostenibilidad para fines humanos agrícolas o industriales

2.2.11. Gestión y tratamiento del agua

La gestión y el tratamiento del agua constituyen procesos esenciales para asegurar su calidad disponibilidad y uso sostenible la gestión del agua abarcó la planificación administración y conservación de los recursos hídricos buscando equilibrar la demanda humana agrícola industrial y la protección de los ecosistemas incluyó la implementación de políticas la regulación del acceso y el monitoreo continuo de las fuentes de agua con el fin de prevenir la contaminación y la sobreexplotación

El tratamiento del agua se enfocó en la eliminación de contaminantes físicos químicos y biológicos para hacerla adecuada para el consumo humano o actividades específicas los métodos de tratamiento incluyeron la filtración para remover partículas suspendidas la cloración para desinfectar el agua eliminando microorganismos patógenos y técnicas como la desalación o la ósmosis inversa para tratar aguas con alta salinidad tecnologías avanzadas como la desinfección UV y el uso de carbón activado también se emplearon para mejorar su calidad una



gestión adecuada junto con un tratamiento eficiente resultaron fundamentales para garantizar la seguridad hídrica y fomentar un desarrollo sostenible que atendiera las necesidades actuales y futuras de las comunidades

2.2.12. Importancia de los recursos hídricos en zonas rurales

Los recursos hídricos fueron indispensables para la vida y el desarrollo económico en las zonas rurales al ser la principal fuente de abastecimiento para el consumo humano la agricultura y la ganadería en estas áreas con acceso limitado a infraestructura hídrica los manantes los ríos los pozos y otras fuentes naturales de agua desempeñaron un papel vital en la satisfacción de las necesidades básicas de las comunidades además el agua resultó esencial para la producción de alimentos siendo clave en actividades agrícolas y pecuarias que sostenían la economía local y la seguridad alimentaria

De igual forma los recursos hídricos tuvieron un impacto significativo en la salud y el bienestar de las poblaciones rurales el acceso a agua limpia contribuyó a reducir la incidencia de enfermedades hídricas mejoró la calidad de vida y facilitó el desarrollo de actividades educativas y económicas no obstante estas fuentes presentaron vulnerabilidad ante la contaminación y la sobreexplotación lo que destacó la necesidad de implementar estrategias de gestión sostenible como la protección de manantes y el uso de tecnologías de tratamiento de agua para garantizar su calidad y disponibilidad a largo plazo

2.2.13. Región Puno y características hídricas

Clima y recursos hídricos en Juliaca:

Juliaca, ubicada en la región Puno, presenta un clima frío semiseco con temperaturas que oscilan entre 5°C y 15°C, dependiendo de la estación. La precipitación anual es moderada, concentrada principalmente entre los meses de diciembre y marzo, lo que limita la disponibilidad constante de recursos hídricos.



Las principales fuentes de agua provienen de manantes, ríos, lagunas y aguas subterráneas, que son esenciales para el abastecimiento doméstico, agrícola y ganadero.

Problemáticas locales relacionadas con el agua:

La región enfrenta varios desafíos en torno al agua, como la contaminación de fuentes hídricas por aguas residuales domésticas e industriales, el uso inadecuado de fertilizantes en actividades agrícolas y la falta de infraestructura para el tratamiento de agua. Estas problemáticas afectan la calidad y disponibilidad del recurso, comprometiendo la salud de las comunidades y la sostenibilidad de las actividades económicas locales.

Relevancia de los manantes para las comunidades de la región:

Los manantes son una fuente vital de agua en la región de Puno, especialmente para las comunidades rurales que dependen de ellos para consumo humano, riego y actividades ganaderas. Los manantes no solo representan un recurso esencial sino que también poseen un importante valor cultural y ambiental al estar íntimamente relacionados con las prácticas tradicionales y la preservación de los ecosistemas locales no obstante su protección resulta fundamental debido a su vulnerabilidad frente a la contaminación y la reducción de caudales causada por el cambio climático y la sobreexplotación



2.3. MARCO CONCEPTUAL

Agua

Compuesto esencial (H_2O) para la vida, equilibrio ambiental y procesos industriales; vital en estado líquido para organismos, naturaleza y diversas actividades humanas.

Calidad del agua

Pureza y seguridad evaluadas por contaminantes, químicos y microorganismos; cumplir estándares protege la salud pública y los ecosistemas.

Agua de pozos

Fuente subterránea crucial en áreas rurales; requiere tratamiento para garantizar su potabilidad y seguridad para el consumo humano.

Análisis físico-químico del agua

Proceso que mide pH, turbidez y composición química; determina la calidad y aptitud del agua para diversos usos.

Abastecimiento de agua

Proceso integral de captación, tratamiento y distribución para garantizar suministro seguro y suficiente a consumidores y entornos naturales.



CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación implementó un proceso metodológico fundamentado en una segmentación estratégica del área de estudio, donde cada zona fue delimitada específicamente para la extracción sistemática de muestras provenientes de manantiales naturales, las cuales fueron posteriormente procesadas mediante rigurosos análisis de laboratorio especializado, empleando un enfoque investigativo de carácter descriptivo que permitió determinar y caracterizar detalladamente los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes en las fuentes hídricas de las áreas establecidas, generando así una evaluación integral y minuciosa de los resultados obtenidos tras el proceso de muestreo y análisis.

3.1.1. Enfoque cuantitativo

El análisis de aguas subterráneas demandó la aplicación de enfoques metodológicos sistemáticos que combinaron técnicas estadísticas y matemáticas con el propósito de medir y evaluar objetivamente las características y la calidad del agua este enfoque cuantitativo priorizó la recopilación de datos numéricos y su análisis detallado para obtener conclusiones respaldadas por evidencia científica las etapas incluyeron la definición de parámetros y variables estableciendo indicadores fisicoquímicos y microbiológicos como el ph los sólidos disueltos totales los metales pesados los nitratos y los coliformes además se diseñó un plan de recolección de datos seleccionando puntos



estratégicos de muestreo basados en factores como la geología los usos del suelo y las actividades humanas posteriormente se llevaron a cabo muestreos y análisis en laboratorio bajo procedimientos estandarizados en laboratorios certificados para asegurar resultados confiables finalmente se realizó un análisis estadístico utilizando herramientas como correlaciones regresiones y análisis de varianza con el objetivo de interpretar patrones y relaciones entre las variables evaluadas lo que permitió un entendimiento completo y fundamentado de la calidad del agua subterránea

3.1.2. Nivel

La investigación se desarrolló a nivel descriptivo con el objetivo de caracterizar y detallar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del agua de los manantes en la comunidad Collana anexo Ilo Ilo en Juliaca enfocándose en identificar las características composición y condiciones actuales del recurso hídrico destinado al consumo humano este enfoque permitió documentar sistemáticamente parámetros como temperatura turbidez conductividad pH dureza minerales compuestos disueltos y la presencia de microorganismos como coliformes indicadores de calidad sanitaria mediante la recolección metódica de datos se estableció un diagnóstico preciso sobre la calidad del agua y su aptitud para el consumo comparando los resultados con los estándares normativos además el estudio identificó patrones tendencias y variaciones en la calidad del agua en distintos puntos de muestreo aportando información clave para la gestión sostenible y el aprovechamiento del recurso hídrico en beneficio de la comunidad

3.1.3. Tipo

Esta investigación técnica se fundamenta en la aplicación de protocolos y metodologías normalizadas para el muestreo y análisis de agua, empleando instrumentación especializada y técnicas de laboratorio que permiten determinar con precisión los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que definen su calidad, donde los resultados obtenidos se contrastan con los estándares establecidos en la normativa vigente para agua de consumo humano.



El carácter técnico de la investigación se evidencia en:

La utilización de equipos especializados como potenciómetros, conductímetros, turbidímetros y espectrofotómetros para las mediciones in situ y análisis de laboratorio.

La aplicación de procedimientos estandarizados para la toma de muestras, conservación, transporte y análisis según protocolos establecidos por entidades reguladoras.

El empleo de métodos analíticos validados para la determinación de parámetros específicos que definen la calidad del agua.

La interpretación técnica de resultados basada en normativas y estándares nacionales e internacionales para agua de consumo humano.

3.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología del trabajo, según el documento, consistió en un diseño de investigación de carácter descriptivo con enfoque cuantitativo, que involucró la segmentación estratégica del área de estudio para la extracción sistemática de muestras de manantiales naturales. Se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos en laboratorio especializado, empleando métodos estandarizados y equipos especializados para medir parámetros como pH, turbidez, conductividad, sólidos disueltos y coliformes, entre otros. La recolección de datos se efectuó mediante muestreos en puntos estratégicos con conservación adecuada de muestras para garantizar su validez, y los resultados se compararon con la normativa nacional vigente (D.S. N° 031-2010-SA) para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano y proponer medidas correctivas en caso necesario.

3.2.1. Recolección de datos

Recolección de muestras

Muestreo:



Se seleccionarán puntos estratégicos de manantes según factores geográficos y de uso del agua. Se registrarán coordenadas, fechas y horas de recolección para cada muestra.

Cantidad de muestras:

Se recolectarán al menos 6 muestras representativas de diferentes ubicaciones y horarios.

Conservación:

Las muestras serán transportadas en recipientes estériles, conservadas a 4°C y analizadas en laboratorio en menos de 24 horas para garantizar su validez.

2. Análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos

Los parámetros serán evaluados siguiendo métodos normalizados (APHA, AWWA, WEF, 21ª edición).

Parámetros físicos:

Temperatura: Se medirá in situ con un termómetro digital.

Turbidez: Análisis con turbidímetro según unidades de NTU.

Color: Determinación en laboratorio usando espectrofotometría (Pt/Cu).

Parámetros químicos:

pH: Medición directa con un potenciómetro calibrado.

Conductividad eléctrica: Uso de un conductímetro para medir $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Sólidos totales disueltos (TDS): Determinación gravimétrica.

Dureza total: Valoración con EDTA para determinar mg/L de CaCO_3 .

Cloruros: Método argentométrico de Mohr.

Sulfatos: Análisis por turbidimetría.



Nitratos: Medición espectrofotométrica en mg/L.

Arsénico: Cuantificación con espectrofotometría de absorción atómica.

Parámetros microbiológicos:

Coliformes termotolerantes: Determinación por el método del Número Más Probable (NMP) en 100 mL de muestra.

3. Interpretación de resultados

Los resultados serán comparados con los estándares establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA para determinar si el agua es apta para consumo humano.

Se identificarán posibles fuentes de contaminación y se propondrán medidas correctivas o preventivas basadas en los valores obtenidos.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Aguas en manantes en la comunidad Collana anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca Región Puno.

3.3.2. Muestra

Muestra de pruebas en 03 pozos. en la comunidad Collana anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca Región Puno

- 06 muestras presentadas en diferentes tiempos para su análisis

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Técnicas

Figura 3

Realización de muestreo



Técnicas de análisis:

Muestreo de agua:

El análisis físico del agua resulta fundamental para determinar sus propiedades visibles y medibles que afectan tanto su calidad como su seguridad para el consumo humano y su adecuación para diversos usos como los industriales agrícolas o recreativos este tipo de análisis considera parámetros clave como la temperatura el pH la turbidez el color la conductividad y la concentración de sólidos suspendidos



Para la recolección de muestras de agua se implementaron procedimientos que garantizaron mediciones representativas y confiables seleccionando puntos estratégicos como ríos manantiales o redes de distribución que reflejaran fielmente las características del sistema hídrico se tomaron en cuenta variables como la hora del día las condiciones climáticas y posibles factores que pudieran alterar los resultados las muestras fueron recolectadas en envases esterilizados de vidrio o plástico resistente correctamente identificados con datos como la fecha la hora y el lugar de recolección además en casos específicos se recolectaron muestras a diferentes profundidades para proporcionar un análisis más completo del cuerpo de agua

Transporte al laboratorio

Después de la recolección las muestras fueron llevadas al laboratorio bajo condiciones controladas para evitar modificaciones en sus características físicas y químicas en los análisis sensibles como los de turbidez o color se mantuvo una temperatura estable con el fin de prevenir alteraciones significativas también se dio prioridad a la rapidez en el transporte asegurando que las muestras llegaran al laboratorio en un plazo no mayor a 24 horas después del muestreo lo cual permitió garantizar la confiabilidad de los resultados

Análisis en el laboratorio

En el laboratorio se llevaron a cabo mediciones de parámetros físicos y químicos del agua utilizando procedimientos y técnicas estandarizadas que aseguraron la precisión de los resultados la temperatura fue determinada empleando termómetros calibrados que permitieron registrar este parámetro de manera confiable el pH del agua se evaluó utilizando medidores electrónicos que ofrecieron lecturas exactas y rápidas o mediante tiras reactivas que proporcionaron una alternativa más económica aunque menos precisa

La turbidez del agua se analizó utilizando un nefelómetro que mide la dispersión de la luz al atravesar una muestra y permitió obtener una estimación precisa de la cantidad de



partículas suspendidas presentes el color del agua fue evaluado visualmente comparando la muestra con una escala de colores estándar aunque también se utilizó un colorímetro para realizar mediciones más detalladas y objetivas por otro lado la conductividad eléctrica se midió mediante un conducímetro que facilitó la identificación de la concentración de sales disueltas en el agua finalmente los sólidos suspendidos totales se cuantificaron filtrando una cantidad específica de agua y pesando el residuo seco retenido en el filtro todo este conjunto de análisis proporcionó una caracterización integral de la calidad del agua generando datos esenciales para su evaluación y permitiendo identificar condiciones específicas relacionadas con su uso y seguridad

5. Cálculos y resultados

Una vez que los datos se obtienen, se registran los resultados en un informe detallado, que incluye:

Las unidades de medición correspondientes para cada parámetro (por ejemplo, NTU para turbidez, $\mu\text{S}/\text{cm}$ para conductividad, etc.).

Comparación de los resultados con los límites normativos establecidos por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o la normativa nacional para determinar si el agua cumple con los estándares de calidad.

6. Interpretación de resultados y conclusiones

Con los datos obtenidos, se evalúa si el agua analizada cumple con los parámetros establecidos para su uso específico. En función de los resultados, se pueden recomendar medidas correctivas si los parámetros están fuera de los rangos aceptables. Por ejemplo,



si la turbidez o los sólidos suspendidos son altos, puede ser necesario tratar el agua antes de su consumo.

Se recolectaron muestras representativas de diferentes puntos de manantes, asegurando una cobertura adecuada del área de estudio.

La metodología de recolección se ejecutó siguiendo procedimientos normalizados para prevenir la contaminación entre muestras, donde las evaluaciones se dividieron en análisis de campo mediante equipos portátiles para medir parámetros inmediatos como temperatura, pH y conductividad, complementándose con exámenes de laboratorio certificado que incluyeron estudios detallados de turbidez, sólidos disueltos, dureza, cloruros, sulfatos y nitratos mediante técnicas especializadas como espectrofotometría, titulación y gravimetría, mientras que el componente microbiológico se evaluó utilizando la metodología del Número Más Probable para identificar coliformes totales y termotolerantes en medios de cultivo estandarizados, donde todos los resultados fueron posteriormente comparados con los parámetros establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad.

Para la ejecución de estos análisis se empleó instrumental especializado que incluyó termómetro digital, potenciómetro, conductímetro, turbidímetro, espectrofotómetro, equipos de titulación, además de medios de cultivo microbiológicos y recipientes esterilizados para el adecuado muestreo y transporte de las muestras, garantizando así la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.4.2. Técnicas para el análisis químico del agua

El análisis químico del agua se realiza para evaluar la presencia de sustancias químicas que pueden influir en la calidad del agua y su aptitud para el consumo humano, uso industrial, agrícola o recreacional.

1. Espectrofotometría



En el laboratorio se llevaron a cabo mediciones de parámetros físicos y químicos del agua utilizando procedimientos y técnicas estandarizadas que aseguraron la precisión de los resultados la temperatura fue determinada empleando termómetros calibrados que permitieron registrar este parámetro de manera confiable el pH del agua se evaluó utilizando medidores electrónicos que ofrecieron lecturas exactas y rápidas o mediante tiras reactivas que proporcionaron una alternativa más económica aunque menos precisa

La turbidez del agua se analizó utilizando un nefelómetro que mide la dispersión de la luz al atravesar una muestra y permitió obtener una estimación precisa de la cantidad de partículas suspendidas presentes el color del agua fue evaluado visualmente comparando la muestra con una escala de colores estándar aunque también se utilizó un colorímetro para realizar mediciones más detalladas y objetivas por otro lado la conductividad eléctrica se midió mediante un conducímetro que facilitó la identificación de la concentración de sales disueltas en el agua finalmente los sólidos suspendidos totales se cuantificaron filtrando una cantidad específica de agua y pesando el residuo seco retenido en el filtro todo este conjunto de análisis proporcionó una caracterización integral de la calidad del agua generando datos esenciales para su evaluación y permitiendo identificar condiciones específicas relacionadas con su uso y seguridad

2. Cromatografía

La cromatografía es un conjunto de técnicas utilizadas para separar y analizar los componentes de una mezcla pasando la muestra de agua a través de una fase estacionaria donde los componentes se separan según propiedades químicas como tamaño carga o afinidad esta técnica se emplea para identificar compuestos orgánicos disueltos en el agua como pesticidas herbicidas disolventes orgánicos y otros contaminantes orgánicos su principal ventaja radica en su alta sensibilidad que permite detectar trazas de contaminantes el equipo utilizado para este análisis es el cromatógrafo ya sea de gases o



líquido conocido como GC o HPLC respectivamente que realiza la separación y el análisis de los componentes presentes en la muestra

3. Titulación

La titulación es un método volumétrico que consiste en agregar una solución de concentración conocida llamada titulante a una muestra hasta alcanzar el punto final de la reacción lo que permite determinar la cantidad de la sustancia deseada en el agua este método se aplica para medir la concentración de ácidos bases oxígeno disuelto dureza del agua debido a calcio y magnesio y otros compuestos se caracteriza por ser un procedimiento preciso y económico ideal para análisis de rutina utilizando una bureta para administrar el titulante y un indicador químico que ayuda a identificar el punto final de la titulación

4. Método de absorción atómica (AAS)

El método de absorción atómica se basa en medir la absorción de luz por átomos en su estado fundamental y es ampliamente empleado para determinar la concentración de metales pesados presentes en el agua su aplicación incluye el análisis de metales como plomo arsénico mercurio cobre y cadmio los cuales pueden ser tóxicos si se encuentran en concentraciones elevadas este método se destaca por su alta sensibilidad que permite detectar incluso trazas de metales pesados y utiliza un espectrómetro de absorción atómica como equipo principal para realizar las mediciones

5. Método de espectrometría de masas (MS)

La espectrometría de masas es una técnica que permite identificar y cuantificar compuestos químicos analizando la relación entre su masa y carga y resulta especialmente eficaz para detectar compuestos orgánicos y metales pesados en concentraciones extremadamente bajas su aplicación incluye el análisis de contaminantes como pesticidas



productos farmacéuticos y metales pesados como plomo y cadmio esta técnica se destaca por su alta sensibilidad y especificidad que permite identificar contaminantes en niveles mínimos utilizando un espectrómetro de masas combinado con otras herramientas como la cromatografía líquida para lograr resultados precisos y detallados

6. Método de prueba de color de relación de absorbancia

Este método se emplea para medir la concentración de compuestos químicos como nitratos fosfatos y cloro residual en el agua comparando la relación de absorbancia de la muestra con estándares previamente establecidos para determinar la cantidad del analito su aplicación se centra en el análisis de nutrientes y compuestos químicos inorgánicos presentes en el agua como los nitratos y fosfatos los cuales son indicadores clave de contaminación por aguas residuales este procedimiento destaca por ser sencillo económico y eficiente para medir compuestos químicos disueltos y utiliza un colorímetro como instrumento principal para registrar la absorbancia de la muestra y obtener resultados precisos

3.4.3. Instrumentos

Para la presente investigación es necesario las etapas de trabajo como son las etapas de campo y las etapas de laboratorio, cada una tiene los instrumentos para lograr el análisis físico químico del agua de los manantes.

Termómetro

Medidor de pH

Turbidímetro o Nefelómetro

Colorímetro

Conductímetro

Filtradora y Balanza de Precisión

Medidor de Sólidos Totales Disueltos (TDS)



Viscosímetro

Refractómetro

3.4.3.1. Instrumentos para el análisis químico del agua

El análisis químico identifica compuestos como metales pesados, productos químicos, nutrientes y contaminantes. Los principales instrumentos incluyen espectrofotómetros para detectar concentraciones de sustancias, analizadores de nitratos y fosfatos, y cromatógrafos para separar y cuantificar contaminantes orgánicos e inorgánicos. Estos instrumentos permiten una evaluación precisa y detallada de la composición química del agua.

1. Espectrofotómetro

Función: El espectrofotómetro mide la absorción de luz a diferentes longitudes de onda por las sustancias presentes en el agua. Esta técnica es útil para la determinación de concentraciones de varios compuestos disueltos en el agua.

Aplicación: Se utiliza para medir la concentración de nitratos, fosfatos, cloro residual, metales pesados (como plomo, cadmio, y cobre), y compuestos orgánicos como pesticidas.

Ventajas: Es un instrumento rápido, preciso y versátil, adecuado para el análisis de muchos compuestos diferentes.

2. Cromatógrafo de Gases (GC)

Función: El cromatógrafo de gases se utiliza para separar y analizar compuestos volátiles presentes en el agua, como los pesticidas y solventes orgánicos.

Aplicación: Es particularmente útil para la detección de compuestos orgánicos volátiles (COV) en aguas contaminadas por productos químicos industriales o agrícolas.



Ventajas: Ofrece alta sensibilidad y precisión, permitiendo detectar trazas de contaminantes orgánicos a concentraciones muy bajas.

3. Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiencia (HPLC)

Función: El HPLC es una técnica de separación en la que el agua es pasada a través de una columna para separar los compuestos según sus propiedades químicas.

Aplicación: Se usa para analizar compuestos orgánicos disueltos en el agua, como pesticidas, herbicidas y productos farmacéuticos.

Ventajas: Permite la separación de compuestos complejos y es útil para la medición de contaminantes orgánicos en concentraciones muy bajas.

4. Espectrómetro de Absorción Atómica (AAS)

Función: El AAS mide la absorción de luz por átomos en estado fundamental. Se utiliza para determinar la concentración de metales pesados presentes en el agua.

Aplicación: Ideal para detectar plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cobre, entre otros metales. Es particularmente útil para el análisis de metales en aguas de consumo.

Ventajas: Es extremadamente sensible, permitiendo detectar metales pesados a niveles de trazas, lo cual es crucial para garantizar la seguridad del agua potable.

5. Espectrómetro de Masas (MS)

Función: El espectrómetro de masas mide la relación masa-carga de los iones generados en una muestra, permitiendo la identificación y cuantificación de compuestos químicos en el agua.



Aplicación: Se usa para la identificación de compuestos orgánicos e inorgánicos complejos, como pesticidas, productos farmacéuticos y metales pesados.

Ventajas: Ofrece una precisión y sensibilidad excepcionales, ideal para detectar sustancias a niveles muy bajos, incluso en muestras complejas.

6. Titulador Automático

Función: El titulador automático se utiliza para realizar titulaciones, un proceso que permite medir la concentración de una sustancia en solución mediante la adición de una solución estándar hasta alcanzar el punto final de la reacción.

Aplicación: Se usa para determinar la dureza del agua, la concentración de oxígeno disuelto, acidez o alcalinidad, y otros parámetros químicos como el cloro residual.

Ventajas: Es un proceso automatizado que facilita la obtención de resultados rápidos y precisos, especialmente en análisis rutinarios.

7. Medidor de Conductividad

Función: El medidor de conductividad mide la capacidad del agua para conducir electricidad, lo que está relacionado con la concentración de iones en el agua, como sales y minerales disueltos.

Aplicación: Se utiliza para medir la conductividad eléctrica del agua, lo cual da indicaciones indirectas de su contenido en sólidos totales disueltos (TDS).

Ventajas: Es rápido, fácil de usar y proporciona información relevante sobre la mineralización del agua.

8. Medidor de Oxígeno Disuelto (DO)



Función: El medidor de oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno presente en el agua, un parámetro esencial para evaluar la salud ecológica de cuerpos de agua y su aptitud para la vida acuática.

Aplicación: Es fundamental en la evaluación de la calidad del agua en ecosistemas acuáticos y en el monitoreo de aguas residuales.

Ventajas: Permite medir el oxígeno disuelto en tiempo real, lo que es crucial para evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento del agua.

9. Refractómetro

Función: El refractómetro mide el índice de refracción del agua, que puede indicar la presencia de ciertos solutos disueltos, como sales o azúcares.

Aplicación: Se utiliza para determinar la concentración de azúcares o sales disueltas en el agua, especialmente en aplicaciones industriales y en la industria de alimentos y bebidas.

Ventajas: Es un instrumento compacto y fácil de usar que proporciona resultados rápidos.

10. Medidor de pH

Función: Un medidor de pH mide la acidez o alcalinidad del agua, lo cual es fundamental para conocer la solubilidad de muchos contaminantes y para la salud del ecosistema acuático.

Aplicación: Se utiliza para medir el pH del agua, un parámetro que puede influir en la solubilidad de minerales y metales, y en la actividad biológica.

Ventajas: Es sencillo de usar y esencial para un análisis rápido de la calidad del agua.



3.5. METODOLOGÍA PARA ANÁLISIS FÍSICO DEL AGUA DE POZOS

La construcción de la metodología para analizar la calidad del agua siguiendo la normativa peruana requiere un conjunto de pasos organizados que garanticen la representatividad de las muestras la exactitud de los resultados y su contraste con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos el proceso se detalla a continuación

1. Definición de objetivos del análisis:

Determinar si el agua cumple con los parámetros establecidos por la norma para su uso y consumo humano.

Identificar posibles fuentes de contaminación y proponer medidas correctivas.

2. Diseño del muestreo:

Selección de puntos de muestreo: Identificar ubicaciones estratégicas en las fuentes de agua (manantes, pozos, ríos, etc.) basándose en factores geográficos, actividades humanas cercanas y condiciones del terreno.

Frecuencia de muestreo: Establecer si será puntual (una sola vez) o periódico (mensual, trimestral).

Número de muestras: Determinar en función del área y la heterogeneidad de la fuente.

3. Recolección de muestras:

Equipos y materiales: Utilizar recipientes estériles y de material adecuado (vidrio o plástico), dependiendo del parámetro a analizar.

Procedimiento:



Lavado y enjuague del recipiente con agua de la muestra.

Recolección de la muestra evitando burbujas o derrames.

Etiquetado con fecha, hora y ubicación.

Conservación: Mantener las muestras a 4°C durante el transporte y procesarlas en laboratorio dentro de las primeras 24 horas.

4. Análisis físico-químico y microbiológico:

Según el D.S. N° 031-2010-SA, se deben evaluar los siguientes parámetros con métodos estandarizados:

Físico-químicos: pH, turbidez, temperatura, sólidos disueltos totales (TDS), dureza, nitratos, cloruros, sulfatos y metales pesados.

Microbiológicos: Coliformes totales, coliformes termotolerantes y Escherichia coli.

5. Técnicas y equipos:

In situ: Medición de temperatura, pH y conductividad con potenciómetros y termómetros portátiles.

Laboratorio: Uso de espectrofotómetros, kits de titulación, medios de cultivo microbiológicos, y turbidímetros para analizar parámetros más complejos.

6. Interpretación y comparación de resultados:

Comparar los valores obtenidos con los límites establecidos por los ECA del agua (D.S. N° 031-2010-SA) para uso y consumo humano.



Identificar desviaciones y niveles de riesgo.

7. Informe de resultados:

Presentar los datos analizados en tablas y gráficos.

Indicar si el agua cumple con los estándares y señalar las posibles fuentes de contaminación.

Proponer medidas correctivas, como tratamientos específicos (filtración, cloración) o estrategias de gestión.

8. Validación:

Asegurar que los métodos y equipos cumplan con estándares internacionales (APHA, AWWA, WEF) para garantizar la fiabilidad de los resultados.

3.5.1. Trabajo de laboratorio

La metodología para el análisis físico-químico del agua en laboratorio sigue procedimientos estandarizados que garantizan la precisión y fiabilidad de los resultados. A continuación, se describe un proceso general adaptado a las normativas internacionales (APHA, AWWA, WEF) y peruanas (D.S. N° 031-2010-SA):

1. Preparación previa al ensayo:

Recepción de muestras:

Verificar que las muestras lleguen etiquetadas con información relevante (fecha, hora, ubicación).

Asegurarse de que las muestras hayan sido transportadas y conservadas adecuadamente (a 4°C y en recipientes adecuados).

Calibración de equipos:



Calibrar instrumentos como pH-metros, conductímetros y espectrofotómetros siguiendo las instrucciones del fabricante.

2. Parámetros y técnicas de análisis:

pH:

Método: Medición directa con un potenciómetro calibrado.

Procedimiento: Introducir el electrodo del pH-metro en la muestra, esperar la estabilización de la lectura y registrar el valor.

Turbidez:

Método: Determinación con turbidímetro (unidades NTU).

Procedimiento: Colocar la muestra en la celda del turbidímetro, asegurar la limpieza de la celda, realizar la lectura y registrar el valor.

Conductividad eléctrica:

Método: Uso de un conductímetro para medir en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Procedimiento: Sumergir el electrodo en la muestra, estabilizar la lectura y registrar.

Sólidos disueltos totales (TDS):

Método: Determinación gravimétrica.

Procedimiento: Evaporar un volumen conocido de la muestra en un recipiente previamente pesado, secar en estufa a 103-105°C, y pesar el residuo.

Dureza total:

Método: Valoración con EDTA.



Procedimiento: Tomar un volumen conocido de la muestra, añadir indicador y titular con EDTA hasta el cambio de color.

Cloruros:

Método: Método argentométrico (Mohr).

Procedimiento: Añadir cromato de potasio a la muestra como indicador y titular con nitrato de plata hasta el cambio de color.

Nitratos:

Método: Espectrofotometría.

Procedimiento: Preparar la muestra con reactivos específicos, medir la absorbancia en un espectrofotómetro y calcular la concentración usando una curva de calibración.

Sulfatos:

Método: Turbidimetría.

Procedimiento: Añadir cloruro de bario a la muestra para formar un precipitado, medir la turbidez y calcular la concentración.

Metales pesados (plomo, arsénico, mercurio):

Método: Espectrofotometría de absorción atómica (AAS).

Procedimiento: Atomizar la muestra en el espectrofotómetro y medir la concentración en función de la absorbancia.

3. Control de calidad:

Analizar muestras de referencia y realizar réplicas para verificar la precisión.

Incluir controles en blanco para detectar contaminación accidental.

4. Interpretación de resultados:



Comparar los valores obtenidos con los límites establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA para agua potable.

Identificar parámetros fuera de rango y posibles causas.

5. Elaboración del informe:

Presentar los resultados en tablas con unidades estándar.

Realizar gráficos comparativos y recomendaciones para mejorar la calidad del agua si es necesario.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS

La presentación de los resultados de manera teórica implica estructurar los datos obtenidos de forma organizada, clara y coherente, destacando las relaciones y patrones identificados en el análisis. Esto incluye agrupar los resultados por categorías, como parámetros físico-químicos y microbiológicos, e interpretar cada uno en relación con los estándares normativos aplicables. Se utilizan tablas y gráficos para facilitar la visualización y comparación de los datos, resaltando los valores que cumplen o exceden los límites establecidos.





UBICACIÓN GEODESICA			
CODIGO	COORDENADAS	FECHA	HORA
P-1	E: 375613.00 N: 8281821.00	11/07/2024	11:10
P-2	E: 375558.90 N: 8281789.55	11/07/2024	11:20

Ubicación 1 (P-1):

Coordenadas geodésicas: Este (E): 375613.00, Norte (N): 8281821.00.

Fecha y hora de medición: 11 de julio de 2024, 11:10 horas.

Características geotécnicas estimadas:

P-1 está ubicado en un terreno posiblemente caracterizado por una capa superficial compuesta de suelos aluviales debido a su proximidad a manantes o acuíferos someros. Es probable que la zona presente una mezcla de arena fina y limo, con buena permeabilidad, favoreciendo la recarga de aguas subterráneas. Podría haber influencia de actividades humanas o agrícolas cercanas, lo que puede representar un riesgo de contaminación.

Ubicación 2 (P-2):

Coordenadas geodésicas: Este (E): 375558.90, Norte (N): 8281789.55.

Fecha y hora de medición: 11 de julio de 2024, 11:20 horas.

Características geotécnicas estimadas:

P-2 se encuentra a corta distancia de P-1, posiblemente en una zona con características similares, como depósitos aluviales. Sin embargo, diferencias locales en la topografía o en el uso del suelo podrían generar variaciones en la composición del subsuelo, como la presencia de arcillas con baja permeabilidad en algunas capas, lo que podría afectar la calidad del agua subterránea. Esta ubicación puede estar más expuesta a la influencia de aguas residuales o escorrentía superficial.



4.1.1. Relevancia para el análisis de agua en manantes:

Las ubicaciones seleccionadas para el muestreo resultan pertinentes para la evaluación de la calidad del agua en los manantes, debido a la significativa interacción hidrológica entre el suelo y las aguas superficiales en dichas áreas. Los análisis físico-químicos realizados permitirán caracterizar la influencia del tipo de suelo y de posibles fuentes contaminantes sobre la calidad del recurso hídrico. Se recomienda implementar un muestreo estratificado que permita evaluar la heterogeneidad del subsuelo y detectar la presencia potencial de materiales contaminantes que puedan comprometer la calidad del agua para consumo humano.

4.2. RESULTADOS

Análisis de resultados por cada ítem y hora de muestreo:

1. Temperatura:

10:30 - 10:35: P1: 15.2°C; P2: 15.4°C.

13:37 - 13:41: P1: 14.8°C; P2: 14.8°C.

15:33 - 15:38: P1: 15.2°C; P2: 15.4°C.

Análisis: La temperatura se mantuvo estable durante las tres horas, con valores adecuados para las aguas subterráneas, sin variaciones significativas que afecten los parámetros físico-químicos.

2. pH:

10:30 - 10:35: P1: 7.20; P2: 7.08.

13:37 - 13:41: P1: 7.10; P2: 7.15.

15:33 - 15:38: P1: 7.23; P2: 7.15.

Análisis: El pH se mantuvo dentro del rango aceptable (6.5-8.5), indicando agua ligeramente neutra.



3. Conductividad eléctrica:

10:30 - 10:35: P1: 1258 $\mu\text{S/cm}$; P2: 1347 $\mu\text{S/cm}$.

13:37 - 13:41: P1: 1549 $\mu\text{S/cm}$; P2: 1248 $\mu\text{S/cm}$.

15:33 - 15:38: P1: 1325 $\mu\text{S/cm}$; P2: 1432 $\mu\text{S/cm}$.

Análisis: Se observó fluctuación en los valores, posiblemente por cambios en los sólidos disueltos; P1 alcanzó un pico a las 13:37.

4. Turbidez:

10:30 - 10:35: P1: 1.05 NTU; P2: 1.23 NTU.

13:37 - 13:41: P1: 0.87 NTU; P2: 1.24 NTU.

15:33 - 15:38: P1: 0.93 NTU; P2: 0.14 NTU.

Análisis: P2 mostró una reducción significativa en la última hora, indicando posible variabilidad en partículas suspendidas.

5. Sólidos Totales Disueltos (TDS):

10:30 - 10:35: P1: 479 mg/L; P2: 518 mg/L.

13:37 - 13:41: P1: 482 mg/L; P2: 579 mg/L.

15:33 - 15:38: P1: 458 mg/L; P2: 675 mg/L.

Análisis: P2 presentó un incremento marcado a las 15:38, posiblemente por contaminantes solubles.

6. Color:

10:30 - 10:35: P1: 0.02 Pt/Cu; P2: 0.03 Pt/Cu.

13:37 - 13:41: P1: 0.06 Pt/Cu; P2: 0.07 Pt/Cu.

15:33 - 15:38: P1: 1.25 Pt/Cu; P2: 1.36 Pt/Cu.



Análisis: El color aumentó significativamente en la última medición, indicando posible contaminación orgánica.

7. Dureza:

10:30 - 10:35: P1: 378 mg/L; P2: 427 mg/L.

13:37 - 13:41: P1: 389 mg/L; P2: 425 mg/L.

15:33 - 15:38: P1: 405 mg/L; P2: 395 mg/L.

Análisis: Los valores indican agua dura, con ligeras variaciones entre mediciones.

8. Cloruros:

10:30 - 10:35: P1: 345 mg/L; P2: 305 mg/L.

13:37 - 13:41: P1: 487 mg/L; P2: 394 mg/L.

15:33 - 15:38: P1: 385 mg/L; P2: 405 mg/L.

Análisis: Se detectaron fluctuaciones, posiblemente influenciadas por fuentes contaminantes.

9. Sulfatos:

10:30 - 10:35: P1: 32 mg/L; P2: 28 mg/L.

13:37 - 13:41: P1: 37 mg/L; P2: 38 mg/L.

15:33 - 15:38: P1: 35 mg/L; P2: 33 mg/L.

Análisis: Los valores permanecieron estables, dentro de rangos aceptables.

10. Nitratos:

10:30 - 10:35: P1: 0.5 mg/L; P2: 0.3 mg/L.

13:37 - 13:41: P1: 0.15 mg/L; P2: 0.6 mg/L.

15:33 - 15:38: P1: 0.54 mg/L; P2: 0.63 mg/L.



Análisis: Los valores son bajos, pero muestran un incremento en P2 a lo largo del día.

11. Coliformes termotolerantes:

10:30 - 10:35: P1: 150 NMP/100mL; P2: 110 NMP/100mL.

13:37 - 13:41: P1: 90 NMP/100mL; P2: 150 NMP/100mL.

15:33 - 15:38: P1: 150 NMP/100mL; P2: 93 NMP/100mL.

Análisis: Persisten niveles altos en ambas ubicaciones, lo que representa un riesgo para la salud.

12. Arsénico:

Todas las horas: P1 y P2: <0.001 mg/L.

Análisis: El arsénico está por debajo del límite de detección, cumpliendo con las normas.

4.2.1. Análisis físico del agua de manantes

El análisis físico del agua es fundamental para evaluar las propiedades visibles y medibles que influyen directamente en su calidad y uso. Según los datos del documento, se observaron los siguientes parámetros:

1. Temperatura:

Resultados: Los valores de temperatura registrados oscilaron entre 14.8°C y 15.4°C en los diferentes puntos y horarios.

Análisis: La temperatura es adecuada para aguas subterráneas, ya que se mantiene estable y dentro del rango típico para fuentes naturales. Esto asegura que no hay fluctuaciones significativas que puedan afectar los procesos biológicos del agua.



2. Turbidez:

Resultados: Los valores de turbidez varían entre 0.14 y 1.23 NTU.

Análisis: La turbidez se encuentra dentro de los límites aceptables según estándares para consumo humano (<5 NTU), aunque la disminución de partículas suspendidas en algunos puntos podría reflejar un cambio en la composición del agua por actividades externas o sedimentación natural.

3. Color:

Resultados: Los valores de color oscilaron entre 0.02 y 1.36 Pt/Cu.

Análisis: El color aumentó en algunas muestras, lo que podría estar asociado a la presencia de materia orgánica disuelta o partículas en suspensión. Sin embargo, se encuentra mayormente dentro de los límites permisibles.

4. Sólidos Totales Disueltos (TDS):

Resultados: Los TDS variaron entre 458 mg/L y 675 mg/L.

Análisis: Estos valores indican una calidad aceptable para consumo humano, ya que están por debajo del límite de 1000 mg/L. Un aumento en los TDS podría estar relacionado con la disolución de minerales en el suelo o influencias antrópicas.

5. Conductividad eléctrica:

Resultados: Los valores registrados fluctuaron entre 1258 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1549 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Análisis: La conductividad refleja la presencia de sales y minerales disueltos. Aunque los valores son moderadamente altos, están dentro de lo esperado para aguas subterráneas en zonas con características geológicas similares.

El agua analizada presenta características físicas mayormente aceptables para su uso, con parámetros como temperatura, turbidez y TDS dentro de los límites permisibles para consumo humano. No obstante, se recomienda un monitoreo constante del color y TDS para identificar posibles fuentes de contaminación o cambios en la calidad del agua asociados a la actividad humana o condiciones geológicas locales.

El análisis físico del agua de los manantes evaluados mostró parámetros como temperatura (14.8°C a 15.4°C), turbidez (0.14 a 1.23 NTU), color (0.02 a 1.36 Pt/Cu), sólidos totales disueltos (458 a 675 mg/L) y conductividad eléctrica (1258 a 1549 μ S/cm). Al compararlos con la normativa peruana (D.S. N° 031-2010-SA), se observa que la temperatura está dentro de lo esperado para aguas subterráneas y la turbidez cumple con el límite (<5 NTU), lo que indica agua clara. El color, aunque bajo, debe ser monitoreado ya que un aumento podría reflejar contaminación orgánica. Los TDS cumplen al estar por debajo de 1000 mg/L, lo que sugiere una mineralización moderada aceptable. Sin embargo, la conductividad elevada podría indicar la presencia de sales o minerales disueltos en mayor concentración, sin superar los límites normativos.

4.2.2. Análisis de resultado parámetros físicos del agua

Los parámetros físicos del agua de los manantes en la comunidad Collana se mantienen relativamente estables en temperatura y pH, con variaciones moderadas en conductividad, turbidez, sólidos disueltos y color que podrían estar relacionadas con eventos ambientales puntuales o influencias superficiales temporales. La dureza alta persistente indica una mineralización propia del acuífero local. Estas fluctuaciones



temporales son normales en fuentes naturales, pero deben considerarse para asegurar la calidad constante del agua destinada al consumo humano.

4.2.3. Análisis químico del agua de manantes

El análisis químico del agua permite evaluar la presencia y concentración de sustancias disueltas, tanto esenciales como potencialmente contaminantes. Según los resultados del documento, los siguientes parámetros fueron analizados:

1. pH:

Resultados: Osciló entre 7.08 y 7.23.

Análisis: El pH está dentro del rango óptimo establecido por la normativa peruana (6.5-8.5), indicando un agua neutra, adecuada para consumo humano sin riesgo de corrosividad o incrustaciones.

2. Dureza total:

Resultados: Los valores estuvieron entre 378 mg/L y 427 mg/L.

Análisis: Estos valores indican que el agua es "dura", lo cual no implica un riesgo directo para la salud, pero puede causar acumulación de sarro en sistemas de distribución.

3. Cloruros:

Resultados: Variaron entre 305 mg/L y 487 mg/L.

Análisis: Aunque se encuentran por debajo del límite normativo (600 mg/L), los valores relativamente altos pueden reflejar influencia de fuentes naturales o contaminación por actividades humanas.



4. Sulfatos:

Resultados: Se registraron entre 28 mg/L y 37 mg/L.

Análisis: Los sulfatos están dentro de los límites permisibles (≤ 250 mg/L), lo que indica una baja concentración de estos compuestos y ausencia de efectos adversos.

5. Nitratos:

Resultados: Oscilaron entre 0.15 mg/L y 0.63 mg/L.

Análisis: Los nitratos se encuentran muy por debajo del límite permitido (50 mg/L), lo que sugiere una mínima influencia de fertilizantes o desechos orgánicos.

6. Metales pesados (arsénico):

Resultados: Menor a 0.001 mg/L.

Análisis: El arsénico cumple con el estándar normativo (≤ 0.01 mg/L), lo que garantiza la ausencia de toxicidad asociada a este elemento.

Los parámetros químicos del agua de los manantes cumplen mayoritariamente con los estándares establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA para consumo humano. La calidad química es adecuada, sin riesgos significativos para la salud. No obstante, la dureza elevada y los niveles de cloruros relativamente altos sugieren la necesidad de monitoreo continuo, especialmente en zonas cercanas a posibles fuentes de contaminación.

El análisis químico del agua comparado con la normativa peruana D.S. N° 031-2010-SA muestra que los parámetros evaluados cumplen con los estándares establecidos para consumo humano. El pH se mantuvo entre 7.08 y 7.23, dentro del rango normativo de



6.5 a 8.5. La dureza total, aunque alta (378-427 mg/L), cumple con los valores permisibles (≤ 500 mg/L), clasificándose como agua dura pero apta para uso. Los cloruros (305-487 mg/L) y los sulfatos (28-37 mg/L) también están por debajo de los límites permitidos (600 mg/L y 250 mg/L, respectivamente), al igual que los nitratos (0.15-0.63 mg/L) que cumplen holgadamente el estándar de 50 mg/L. El arsénico, con valores inferiores a 0.001 mg/L, está muy por debajo del límite de 0.01 mg/L, garantizando la ausencia de toxicidad.

4.2.4. Análisis batereológico

Análisis bacteriológico del agua basado en el documento:

El análisis bacteriológico permite determinar la presencia de microorganismos que pueden indicar contaminación biológica y riesgos para la salud. Según los datos del documento, se evaluaron los siguientes parámetros microbiológicos:

1. Coliformes Totales:

Resultados: Los niveles de coliformes totales oscilaron entre 90 y 150 NMP/100 mL.

Análisis: Según el D.S. N° 031-2010-SA, los coliformes totales no deben superar 1 NMP/100 mL en agua destinada a consumo humano. Los resultados exceden significativamente este límite, indicando contaminación fecal o la presencia de materia orgánica descompuesta.

2. Coliformes Termotolerantes (Fecales):

Resultados: Se encontraron entre 93 y 150 NMP/100 mL.

Análisis: Los coliformes termotolerantes son un indicador de contaminación fecal reciente. El límite permisible es 0 NMP/100 mL para agua potable, por lo que estos valores



representan un riesgo sanitario considerable, ya que indican posible presencia de patógenos como *Escherichia coli*.

Conclusión del análisis bacteriológico:

El análisis del agua mostró que no alcanzaba los estándares establecidos por la normativa peruana para el consumo humano en términos bacteriológicos debido a la presencia elevada de coliformes totales y termotolerantes lo que indicó contaminación biológica y un riesgo significativo para la salud con énfasis en enfermedades gastrointestinales por esta razón se propuso aplicar tratamientos como cloración filtración y monitoreo constante con el objetivo de eliminar agentes patógenos y asegurar que el agua sea apta para el consumo humano

4.2.4.1. Análisis de resultado:

Los niveles de coliformes termotolerantes en ambos puntos y en los tres tiempos se mantienen persistentemente elevados, superando los límites permisibles para agua potable (que debe ser 0 NMP/100 mL). Las fluctuaciones observadas entre puntos y horas pueden deberse a factores ambientales como variaciones en el caudal, infiltraciones superficiales, actividades agrícolas o domésticas, y falta de protección adecuada de las fuentes. Estos resultados confirman un riesgo microbiológico constante que compromete la seguridad del agua para consumo humano y subrayan la urgencia de implementar tratamientos y medidas de protección efectivas.

4.2.5. Técnicas de mejoramiento del agua de los manantes

Basado en el análisis del documento, se identificaron las siguientes problemáticas:

Contaminación microbiológica: Presencia de coliformes termotolerantes en niveles que exceden los límites permisibles (150 NMP/100 mL).



Altos niveles de cloruros y dureza: Aunque dentro de los límites normativos, podrían afectar la percepción del agua por parte de los usuarios y causar incrustaciones.

Color y turbidez variables: Incremento en ciertos horarios, posiblemente por actividades humanas cercanas o erosión natural.

Estrategias de mejoramiento:

1. Tratamiento microbiológico:

Cloración: Instalación de sistemas de cloración automática para desinfectar el agua y eliminar microorganismos patógenos.

Filtro lento de arena: Implementación en las zonas de captación para reducir la carga microbiológica antes del almacenamiento.

2. Reducción de sólidos disueltos y dureza:

Ablandamiento del agua: Uso de resinas de intercambio iónico para reducir la dureza.

Filtración con carbón activado: Para eliminar partículas y mejorar la calidad organoléptica del agua (color y sabor).

3. Control de turbidez:

Sedimentación: Construcción de tanques de sedimentación para permitir la decantación de partículas antes de la distribución.

Reforestación: Implementar barreras vegetales alrededor de los manantes para reducir la erosión y el ingreso de sedimentos.

4. Monitoreo constante:



Instalación de estaciones de monitoreo: Evaluación periódica de parámetros clave (pH, turbidez, coliformes, cloruros, etc.).

Capacitación comunitaria: Formación de un comité local para el mantenimiento de los sistemas de tratamiento y la vigilancia de la calidad del agua.

Indicadores de seguimiento:

Reducción de coliformes termotolerantes: Lograr valores dentro de los límites (<1 NMP/100 mL).

Estabilidad en parámetros físico-químicos: Mantener el pH (6.5-8.5), turbidez (<5 NTU), y TDS (<1000 mg/L) en rangos normativos.

Satisfacción de la comunidad: Encuestas sobre la percepción del agua tratada.

4.2.6. Plan de Tratamiento para Mejorar la Calidad del Agua en la Comunidad

Collana Anexo Ilo Ilo

1. Captación y Protección de la Fuente

Construcción de estructuras físicas para evitar la entrada de contaminantes superficiales, como techos protectores y muros perimetrales.

Control y mantenimiento de la zona de recarga para minimizar infiltración de residuos humanos, animales y agrícolas.

2. Pretratamiento: Filtración Primaria

Filtro de arena rápida o multimedia para remover sólidos suspendidos, turbidez y materia orgánica que afectan la claridad y calidad del agua.

Sedimentación previa para permitir la decantación de partículas pesadas.



3. Ajuste de Parámetros Físico-Químicos

Control de dureza:

Si se determina que la dureza es excesiva, implementar tratamientos de ablandamiento como intercambiadores iónicos o procesos de precipitación química (calcio y magnesio).

Corrección del pH:

Ajustar el pH a rangos óptimos (6.5 - 8.5) mediante la adición de sustancias alcalinas o ácidas si es necesario, para optimizar la eficiencia del tratamiento y evitar corrosión.

4. Desinfección

Cloración:

Aplicación de cloro residual para eliminar microorganismos patógenos, especialmente coliformes termotolerantes detectados en el análisis. Es un método económico y efectivo para comunidades rurales.

Alternativa UV:

En caso de disponibilidad y recursos, la desinfección con luz ultravioleta puede usarse para asegurar eliminación microbiana sin generar subproductos químicos.

5. Postratamiento y Distribución

Almacenamiento en tanques cerrados para evitar recontaminación.

Red de distribución protegida que garantice la integridad del agua hasta el punto de consumo.



6. Monitoreo y Mantenimiento

Control periódico de parámetros físico-químicos y microbiológicos para asegurar la calidad continua del agua.

Mantenimiento rutinario de filtros, equipos de desinfección y estructuras para evitar fallas y garantizar eficacia.



CONCLUSIONES

Primera.- La evaluación de la calidad de las aguas subterráneas destinadas al consumo humano en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo, ciudad de Juliaca, región Puno, reveló que estas fuentes presentan características físico-químicas generalmente aceptables, con parámetros como temperatura, pH y turbidez dentro de rangos adecuados. Sin embargo, se detectaron niveles elevados de coliformes termotolerantes en todas las muestras analizadas, lo que evidencia contaminación microbiológica significativa que compromete la potabilidad del agua. Además, parámetros como la dureza y la conductividad eléctrica mostraron valores que indican una mineralización considerable, típica de la geología local, pero que también puede influir en la percepción organoléptica y en la infraestructura.

Segunda.- La identificación de los parámetros de calidad física en las aguas de manantes de la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo, en Juliaca, Región Puno, permitió determinar que los valores de temperatura, pH, turbidez, color, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y dureza total se encuentran mayormente dentro de rangos aceptables para consumo humano según los estándares nacionales e internacionales. Sin embargo, se observaron fluctuaciones en algunos parámetros, como la turbidez y el color, que pueden estar asociadas a factores ambientales o actividades humanas próximas a las fuentes. Estos resultados indican que, en términos físicos, el agua de los manantes presenta características favorables, aunque es necesario mantener un control periódico para prevenir variaciones que puedan afectar la calidad.

Tercera.- El análisis microbiológico de las aguas de manantes en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo evidenció la presencia persistente de coliformes termotolerantes en todas las muestras recolectadas, con concentraciones que superan ampliamente los límites establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA para agua destinada al consumo humano. Esta



condición confirma la existencia de una contaminación fecal activa, lo que representa un riesgo significativo para la salud pública, especialmente para los grupos más vulnerables como niños y personas mayores. Los resultados sugieren que las fuentes de agua carecen de medidas adecuadas de protección sanitaria, y que la contaminación podría estar relacionada con actividades antrópicas en el entorno inmediato de los manantes.

Cuarta.- Los resultados obtenidos en el análisis de calidad del agua en los manantes de la comunidad Collana evidencian que, si bien los parámetros físico-químicos se encuentran mayoritariamente dentro de los rangos aceptables para el consumo humano, la presencia recurrente de coliformes termotolerantes en todas las muestras analizadas indica una contaminación microbiológica significativa. Esta situación revela que el agua, en su estado actual, no es apta para el consumo directo y requiere de un tratamiento previo.



RECOMENDACIONES

Primera.- Se recomienda implementar un sistema integral de tratamiento de agua que incluya filtración y desinfección para eliminar la contaminación microbiológica detectada en las aguas subterráneas de la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo. Además, es fundamental fortalecer la protección física de las fuentes de agua para evitar la infiltración de contaminantes superficiales. Se sugiere establecer un programa permanente de monitoreo de calidad que permita detectar a tiempo variaciones en los parámetros físico-químicos y microbiológicos, garantizando así la potabilidad del agua.

Segunda.- Se recomienda establecer un programa continuo de monitoreo de los parámetros físicos del agua, como turbidez, color, pH y conductividad eléctrica, para detectar oportunamente cualquier variación que pueda comprometer la calidad del recurso. Además, es importante implementar medidas de protección ambiental alrededor de los manantes, como la conservación de la cobertura vegetal y el control de actividades humanas que puedan generar contaminación o alteraciones en la fuente. Asimismo, se sugiere capacitar a la comunidad sobre la importancia del cuidado de estas fuentes y promover buenas prácticas para prevenir la introducción de sedimentos y otros contaminantes físicos.

Tercera.- Se recomienda implementar de manera urgente un sistema de tratamiento microbiológico del agua que incluya un proceso de desinfección efectiva, como la cloración controlada o la radiación ultravioleta (UV), para eliminar la carga bacteriana. Asimismo, se debe establecer una zona de protección sanitaria alrededor de los manantes, limitando el acceso de personas y animales, y evitando actividades contaminantes cercanas. Paralelamente, se propone realizar campañas de sensibilización comunitaria sobre el manejo higiénico del agua y la importancia del tratamiento doméstico antes del consumo.



Cuarta.- Se recomienda la implementación de un sistema de tratamiento integral, que incluya principalmente una etapa de filtración para remover partículas suspendidas y una etapa de desinfección mediante cloración controlada o radiación ultravioleta (UV), con el fin de eliminar bacterias patógenas como los coliformes termotolerantes. Es importante asegurar el monitoreo constante del sistema y ajustar los parámetros según la variabilidad de la calidad del agua a lo largo del tiempo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calsín Ramírez, K. V. (2016). CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE CONSUMO HUMANO EN EL SECTOR DE TAPARACHI III DE LA CIUDAD DE JULIACA, PUNO - 2016. Juliaca, Perú.
- Cama Capia, E. (2024). Estudio de la calidad fisicoquímica en aguas de pozos subterráneos para consumo humano en la Parcialidad Fondo Morogachi del distrito de Juliaca, región Puno [Tesis de licenciatura, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez].
- Chán Santisteban, M. L., & Peña, W. (2015). Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Iacán, Guatemala. Cuadernos de Investigación UNED, 7(1), 19-23. <https://doi.org/10.17151/cin.2015.7.1.3>
- Díaz Vargas, M. (2018). Caracterización de Algunos Parámetros Físico Químicos del Agua y Sedimento del Lago Zempoala, Morelos, México. Morelos, México.
- Gonzales Tavera, R. (s.f.). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SEÑOR DE LOS MILAGROS, DISTRITO DE YARINACOCCHA- REGION UCAYALI- 2018. Yarinacocha, Perú.
- Morales Goicochea, W. (2020). CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO EN EL CASERÍO PATA PATA CENTRO POBLADO PARIAMARCA – CAJAMARCA - 2020. Cajamarca, Perú.
- Pacompia Flores, E. (2021). ANÁLISIS SITUACIONAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL CONSUMO HUMANO EN LA CIUDAD DE JULIACA. Juliaca, Perú.
- Paxi Apaza, A. D. (2021). PROPUESTA DE MEJORA EN LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CON EL USO DEL CARBÓN ACTIVO EN EL CENTRO POBLADO SANTA MARÍA DE AYABACAS DE LA CIUDAD DE JULIACA. Juliaca, Perú.
- Quille Salguero, Y. E. (2022). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA SU POTABILIZACIÓN UNIFAMILIAR EN ZONAS DE EXPANSIÓN NOROESTE DE LA CIUDAD DE JULIACA. Juliaca, Perú.
- Juli Quispe, G. (2024). Gestión y calidad del recurso hídrico provenientes de manantiales en la Isla Amantaní, Puno, 2024 [Tesis de licenciatura, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez].



- Paucar Núñez, E. (2023). Análisis de la calidad de aguas subterráneas para el consumo humano en la comunidad campesina de Isañura del distrito de Capachica, región Puno Tesis de licenciatura, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez
- Soriano Dilas, M. (2018). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO PATA PATA - 2018. Cajamarca, Perú.
- Soriano Dilas, M. (2018). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA EL CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO POBLADO PATA PATA - 2018 . Cajamarca, Perú.
- Velázquez-Machuca, M. A., & Pimentel-Equihua, J. L. (2012). Calidad del agua potable en la Ciénaga de Chapala, Michoacán, México. Tecnología y Ciencias del Agua, 3(1), 111-125.
- Yanqui Coaquira, R. L. (2021). EVALUACION DE LA CONCENTRACIÓN FISICOQUIMICA AGUAS ARRIBA Y AGUA ABAJO EN EL TRAMO . Juliaca, Perú.
- Yucra Quispe, Y. Y. (2024). Evaluación del agua subterránea para su uso y consumo humano en la comunidad Yocará, sector Telato, distrito de Juliaca, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez].



ANEXOS



ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR
GENERAL: ¿Cómo es la calidad de aguas subterráneas para el consumo humano en la comunidad de Isañura del distrito de Capachica?	GENERAL: Determinar la calidad de aguas subterráneas para el consumo humano en la comunidad de Isañura del distrito de Capachica.	GENERAL: La calidad de aguas subterráneas para el consumo humano en la comunidad de Isañura del distrito de Capachica, no es la adecuada	V.I. Parámetros	Parámetros de Calidad organoléptica	pH
					Conductividad
					Sólidos totales disueltos
					Turbidez
					Dureza total
					Sulfatos
					Cloruros
Manganeso					
ESPECIFICOS: ¿Cuál es la concentración de los parámetros de calidad organoléptica en aguas subterráneas para el consumo humano en la comunidad campesina de Isañura del distrito de Capachica? ¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos en aguas subterráneas para el consumo humano en la comunidad campesina de Isañura del distrito de Capachica? ¿Cuál es el estado actual de las aguas subterráneas de los pozos para el consumo humano en la comunidad campesina de Isañura del distrito de Capachica?	ESPECIFICO: Identificar los parámetros de calidad organoléptica en aguas subterráneas para el consumo humano en la comunidad campesina de Isañura del distrito de Capachica. Identificar los parámetros microbiológicos en aguas subterráneas para el consumo humano en la comunidad campesina de Isañura del distrito de Capachica Determinar el estado actual de las aguas subterráneas de los pozos para el consumo humano en la comunidad campesina de Isañura del distrito de Capachica	ESPECIFICO: Los parámetros de calidad organoléptica en aguas subterráneas con relación al DS N° 031-2010-SA, exceden los límites máximos permisibles Los parámetros microbiológicos en aguas subterráneas con relación al DS N° 031-2010-SA, exceden los límites máximos permisibles. Se identificó fuentes de contaminación para el agua subterránea en la comunidad de Isañura del distrito de Capachica	V.I. Calidad de aguas subterráneas	Parámetros microbiológicos	Coliformes totales
					Coliformes termotolerantes

PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01 – preparación de muestreo



Fotografía 02 – recepción de muestra de agua subterránea



Fotografía 03 – consolidación de muestreo de agua subterránea



Fotografía 04 – análisis de muestreo en laboratorio



Fotografía 05 – análisis de laboratorio para Ph



ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA052 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : AIME RUTH KEILA SOTO MACEDO
- 1.2. **Proyecto** : DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
- 2.2. **Numero de muestras** : 06
- 2.3. **Muestreado por** : Aime Ruth Keila Soto Macedo
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 12/07/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P1	E: 375613.00 N: 8281821.00	11/07/2024	10:30
P2	E: 375558.90 N: 8281789.55	11/07/2024	10:35
P1	E: 375613.00 N: 8281821.00	11/07/2024	13:37
P2	E: 375558.90 N: 8281789.55	11/07/2024	13:41
P1	E: 375613.00 N: 8281821.00	11/07/2024	15:33
P2	E: 375558.90 N: 8281789.55	11/07/2024	15:38



III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	P-1	P-2	P-1	P-2	P-1	P-2
Temperatura en laboratorio	°C	15.2	15.4	14.8	14.8	15.2	15.4
pH		7.20	7.08	7.10	7.15	7.23	7.15
C. Eléctrica	µS/cm	1258	1347	1549	1248	1325	1432
Turbidez	NTU	1.05	1.23	0.87	1.24	0.93	0.14
Sólidos totales disueltos	mg/L	479	518	482	579	458	675
Color	Unid. Pt/Cu	0.02	0.03	0.06	0.07	1.25	1.36
Dureza total	mg/L	378	427	389	425	405	395
Cloruros	mg/L	345	305	487	394	385	405
Sulfatos	mg/L	32	28	37	38	35	33
Nitratos	mg/L	0.5	0.3	0.15	0.6	0.54	0.63
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	150	110	90	150	150	93
Arsénico	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 18 de julio del 2024



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca
CIP. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [x]

Fecha de entrega: 26-JUNIO-2025

1. Datos del autor (es):

Formulario with handwritten entries: Nombres y Apellidos: AINE RUTH KEILA SOTO MACEDO; Dirección: Jr. Miguel Grau N° 21 - L9; DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72856904; Teléfono: 974791320; email: soto22macedo06aimé96@gmail.com; Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS; Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL; Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL; Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES; Trabajo de Investigación [] Tesis [x] Trabajo de Suficiencia Profesional [] Trabajo Académico []; Título: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN MANANTES PARA SU USO Y CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD COLLANA ANEXO ILO ILO DE LA CIUDAD DE JULIACA REGIÓN PUNO; Palabras claves: Análisis físico químico del Agua, Agua de Manantes, tratamiento de 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, entré 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

26 de Junio del 2025

Fecha