



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



**EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALDO ARPASI MAMANI

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

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALDO ARPASI MAMANI

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1321-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 14978 presentado por el (la) Bachiller: **ALDO ARPASI MAMANI** 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. **ALDO ARPASI MAMANI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024**, 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. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. – **RECONOCER** como asesor de la propuesta de 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: **ALDO ARPASI MAMANI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Lunes 28 de octubre del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.m.
- * **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. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraín Corillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Intercedido (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1037-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 010872 por el señor (a): **ALDO ARPASI MAMANI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 978 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 058- 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): **ALDO ARPASI MAMANI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024**, 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° 058- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024**, 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): **ALDO ARPASI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024** 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 ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efrain Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 625-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 07749, presentado el señor (a) **ALDO ARPASI MAMANI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 618 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 070-2024 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): **ALDO ARPASI MAMANI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024**, 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° 070-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **ALDO ARPASI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024** 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



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

Dr. **Efraim Parillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
2	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
5	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Pontificia Universidad Católica de Chile	<1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ALDO ARPASI MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01320899
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-4541-1693
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	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
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	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p> País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA Coordenadas: Latitud: -15.49564 Longitud: -70.17168 URL Maps: https://maps.app.goo.gl/BXLKrMA5a6xNFxF46 </p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2024 – Octubre 2024
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 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08



 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 DIRECTOR
 Dr. Eirain Balleza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ALDO ARPASI MAMANI, identificado con DNI Nro. 01320899, 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:

" EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ JULIACA 2024 "

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANO 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 06 de NOVIEMBRE del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

El actual estudio está dedicado a mi familia por la ayuda brindada y a dios en cuanto a toda la fuerza que me brinda en seguir adelante por el bienestar de mi familia.

ALDO ARPASI MAMANI



AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a mi centro de estudio la UANCV por haberme admitido durante estos cinco años de estudio.

Agradecer a mi querido asesor por todo el apoyo brindado

Agradecer a los miembros del jurado evaluador por todos los aportes brindados.

ALDO ARPASI MAMANI



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO..... ii

ÍNDICE DE CONTENIDO..... iii

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS viii

RESUMEN ix

ABSTRACT x

INTRODUCCIÓN xii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática. 1

1.2. Planteamiento del problema. 2

 1.2.1. Problema general 2

 1.2.2. Problemas específicos 2

1.3. Objetivos de la investigación 2

 1.3.1. Objetivo general 2

 1.3.2. Objetivos específicos 3

1.4. Justificación de la investigación 3

 1.4.1. Justificación Practica 3

 1.4.2. Justificación social..... 4



1.4.3. Justificación ambiental	5
1.4.4. Justificación Económica	5
1.5. Hipótesis de la investigación.....	6
1.6. Variables.....	6
1.6.1. Variable independiente (VI).....	6
1.6.2. Variable dependiente (VD)	6
1.7. Operacionalización de variables	7

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	15
2.1.3. Antecedentes regionales	17
2.2. Bases teóricas	19
2.2.1. Origen de las aguas subterráneas.....	19
2.2.2. Aguas subterráneas.....	20
2.2.3. Tipos de aguas subterráneas	22
2.2.4. Características de las aguas subterráneas.....	23
2.2.5. Captación de aguas subterráneas	25
2.2.6. Parámetros fisicoquímicos.....	26
2.2.7. Parámetros bacteriológicos	33
2.2.8. Límites máximos permisibles para el agua (LMP)	34



- 2.2.9. Estándares de calidad ambiental para el agua (ECA):34
- 2.3. Marco conceptual.....35
 - 2.3.1. Aguas subterráneas.....35
 - 2.3.2. Calidad del agua.....35
 - 2.3.3. Características físicas.....35
 - 2.3.4. Características químicas35
 - 2.3.5. Características Bacteriológicas.....36

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Diseño de investigación37
- 3.2. Tipo de investigación37
- 3.3. Procedimiento metodológico.....38
 - 3.3.1. Objetivo1: Determinar la concentración que tendrán los parámetros fisicoquímicos el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.38
 - 3.3.2. Objetivo 2: Determinar la concentración de los parámetros bacteriológicos el agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la universidad andina Néstor Cáceres Velásquez.....44
 - 3.3.3. Objetivo 3: Plantear propuestas de tratamiento para el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.45
- 3.4. Técnicas e instrumentos46



- 3.4.1. Técnicas46
- 3.4.2. Instrumentos46
- 3.5. Población y muestra46
 - 3.5.1. Población46
 - 3.5.2. Muestra.....46

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

- 4.1. Resultados47
 - 4.1.1. Determinar la reunión que tendrán los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez47
 - 4.1.2. Plantear propuestas de tratamiento para el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.59
- 4.2. Discusiones64
- CONCLUSIONES.....66
- RECOMENDACIONES67
- BIBLIOGRAFÍA68
- ANEXOS73



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la investigación.....	7
Tabla 2 Clasificación de la dureza del agua según la OMS.....	29
Tabla 3 Clasificación de STD según la OMS.....	30
Tabla 4 Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-1.....	48
Tabla 5 Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-2.....	49
Tabla 6 Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-3.....	51
Tabla 7 Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-4.....	52
Tabla 8 Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-5.....	54



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo hidrológico	19
Figura 2 Flujo del agua subterránea.....	20
Figura 3 Aguas subterráneas	21
Figura 4 Características del agua subterránea.....	24
Figura 5 Puntos de muestreo FICP	40
Figura 6 Apertura del primer pozo de la FICP-UANCV	41
Figura 7 Calibración de equipos de laboratorio.	41
Figura 8 Toma de muestra de aguas subterráneas.....	42
Figura 9 Medición de parámetros de campo insitu	42
Figura 10 Toma de muestras en los envases de plástico de 500 ml.	43
Figura 11 Conservación de muestras en cooler	43
Figura 12 Relación del valor de pH con los LMP.....	55
Figura 13 Relación del valor de la conductividad eléctrica con los LMP	56
Figura 14 Relación del valor de pH con los LMP	56
Figura 15 Relación del valor de Turbiedad con los LMP	57
Figura 16 Relación del valor de Dureza total con los LMP	57
Figura 17 Relación del valor de los cloruros con los LMP	58
Figura 18 Relación del valor de los Nitratos con los LMP	58
Figura 19 Relación del valor de los Coliformes termotolerantes con los LMP.....	59



RESUMEN

La presente investigación realizada el presente año posee como fin primordial "Valorar las particularidades del agua acuífera de la FICP de la UANCV Juliaca 2024" para ello se utilizó la metodología en base a los LMP fijos en la Disposición de la Calidad del H₂O para Consumo Humano idóneo en el D.S. N° 031-2010-SA. Y el protocolo de monitoreo ANA, se delimito 5 zonas de estudio adentro de la FICP, M-1, M-2, M-3, M-4 Y M-5. Los resultados obtenidos fueron: la reunión de las medidas fisicoquímicos del agua acuífera es: para pH está en un rango de 7.3 – 7.7, C.E 1205 – 1348 μ S/cm, STD 215 – 240 mg/l, Turbidez 0.4 – 0.7, Dureza total 497-540 mg/l, Nitratos 0.02 – 0.05 mg/l, Cloruros 5.3 – 7.4 mg/l. La reunión de los CT está en un rango de reunión de 4 – 9 NMP/100ml. Se ultima en base a las derivaciones que la dureza total y los parámetros microbiológicos no cumplen con la normatividad por ende se sugiere realizar un sistema de procesamiento con Descalcificadores de intercambio iónico, esto para el caso de la dureza total y una desinfección con cloro (dosificadores) o desinfección por Luz Ultravioleta (no es toxico) y a la vez indicar que estos líquidos no son idóneos para ingesta humana y tampoco para el uso en equipos de laboratorio.

Palabras claves: Agua subterránea, concentración, dureza del agua, parámetro



ABSTRACT

The present investigation supported out this year has as its main purpose "To assess the particularities of the aquiferous water of the FICP of the UANCV Juliaca 2024" for it was used the methodology premised on the LMP fixed in the Provision of the Quality of H₂O for Human consuming suitable in the D.S. No. 031-2010-SA. And the ANA monitoring protocol, 5 study zones were delimited within the FICP, M-1, M-2, M-3, M-4 and M-5. The results gained were: the meeting of the physicochemical measurements of the aquifer water is: for pH is in a range of 7.3 - 7.7, E.C 1205 - 1348 μ S/cm, STD 215 - 240 mg/l, Turbidity 0.4 - 0.7, Total hardness 497-540 mg/l, Nitrates 0.02 - 0.05 mg/l, Chlorides 5.3 - 7.4 mg/l. The TC meeting is in a meeting range of 4 - 9 NMP/100ml. premised on the derivations, it is concluded that the total hardness and microbiological criterion do not follow with the norms, therefore it is suggested to perform a processing system with ion exchange softeners, this for the case of total hardness and a disinfection with chlorine (dosers) or disinfection by ultraviolet light (it is not toxic) and at the same time specify that these liquids are not suitable for human consumption and neither for use in laboratory equipment.

Keywords: Groundwater, concentration, water hardness, parameter



INTRODUCCIÓN

Las aguas acuíferas se ubican por la parte inferior de la superficie terrestre, alojadas en los orificios o fisuras de las rocas, o en el regolito; en áreas húmedas están a escasa profundidad, mientras que en los desiertos pueden hallarse a cientos de metros.

En los últimos años, gran cantidad de las investigaciones en las naciones industrializadas ha cambiado su enfoque en el agua acuífera, pasando de preocuparse por el suministro a centrarse en la calidad de esta. Como consecuencia de nuestro estilo de vida consumista, el entorno del agua acuífera está siendo cada vez más afectado por una mayor cantidad de productos químicos solubles. Con el tiempo, se va deteriorando progresivamente el extenso depósito subterráneo de H₂O dulce, que hace unas décadas se mantenía prácticamente intacto por la actividad humana.

En el presente, cuatro quintas partes del H₂O que se consume descienden de ríos y lagos. No obstante, la importancia económica del uso del agua acuífera a nivel mundial es considerable, ya que el agua acuífera no requiere un procesamiento previo como el agua superficial, lo que conlleva un coste menor al no tener que pasar por plantas depurativas. El H₂O acuífera no contiene organismos perniciosos, mantiene una temperatura invariable, carece de turbidez y color, y su estructura química es principalmente estable. Los volúmenes de H₂O acuífera acumulada suelen ser mayores que los acumulados en la superficie, por lo que el suministro a partir de líquidos acuíferos generalmente no se ve perjudicado por las sequías prolongadas.



Una gran parte del suministro de agua para uso municipal y doméstico, tanto a nivel nacional como en grandes ciudades, proviene de recursos hídricos subterráneos.

Efectuar una valoración del H₂O por medio de estudios de variables fisicoquímicas y bacteriológicas es usado como un instrumento que admite conocer su estado de polución, con ello permitir comprender las características del recurso hídrico con la finalidad de poder garantizar a las poblaciones agua de calidad para que éste no afecte la salubridad humana, los orígenes potenciales de H₂O deben ser valoradas y procesadas para aseverar su potabilidad y asegurar el acceso de todos.

El presente trabajo se ha desarrollado dividiéndolo en 4 capítulos, las cuales se puntualizan de la forma siguiente:

Primer capítulo, se consideró la introducción, planteamiento del problema, justificación y el planteamiento de los propósitos por alcanzar.

Segundo capítulo, se detalla los antecedentes de investigaciones similares al estudio, tal como los fundamentos teóricos que sustentan este proyecto.

Capítulo tercero, se llega a narrar la metodología empleada en este estudio, mencionando el tipo y el diseño de estudio, las técnicas y los instrumentos, la muestra y la población, tal como los procesos de recopilación de información.

Cuarto capítulo, se muestran las derivaciones, gráficos y su estudio respectivo. Finalmente, se exponen las terminaciones y recomendaciones correspondientes.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

La evaluación del H₂O acuífera en la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras de la UANCV en Juliaca es un tema de suma importancia. debido a la importancia del recurso hídrico en el perfeccionamiento de las diligencias tanto de uso personal, alimentación, académicas y de investigación en la institución.

La problemática radica en la posible polución del agua acuífera que se utiliza en la facultad, lo cual podría poseer resultados negativos para la salubridad de los educandos, personal administrativo y educativos, tal como para el entorno natural en el que se encuentra la universidad.

Se hace necesario evaluar la condición del agua acuífera, analizando parámetros como la presencia de microorganismos patógenos, niveles de pH, entre otros, para establecer si el H₂O cumple con los patrones de condición establecidos por los estándares vigentes y a su vez determinar si el H₂O es blanda o dura para ver si existe la posibilidad de que estas aguas estén causando algún daño a los equipos del laboratorio de la FICP.



Además, es importante identificar las posibles fuentes de contaminación, ya sea por actividades humanas dentro de la facultad, como el vertido de productos químicos o residuos, o por factores externos, como la presencia de industrias cercanas o la filtración de desechos agrícolas.

La realización de esta evaluación permitirá aplicar precauciones o ajustes necesarios en caso de detectarse problemas de contaminación, fomentando un entorno seguro y favorable para la comunidad universitaria y preservando la condición del agua acuífera en la F I C P de la UANCV en Juliaca.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuáles serán las características del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras universidad andina Néstor Cáceres Velásquez Juliaca 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- 1) ¿Qué concentración tendrán los parámetros fisicoquímicos el agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras UANCV?
- 2) ¿Qué concentración tendrán los parámetros bacteriológicos el agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV?
- 3) ¿Qué propuestas de tratamiento se podrán plantear para el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras UANCV?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar las características del agua subterránea de la facultad de Ingeniería y Ciencias Puras UANCV Juliaca 2024.



1.3.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras UANCV.
- 2) Determinar la concentración de los parámetros bacteriológicos el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras de la UANCV.
- 3) Plantear propuestas de tratamiento para el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras UANCV.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Practica

La justificación destreza de este proyecto de tesis se fundamenta en la importancia de estudiar la condición del H₂O acuífera en la FICP de la UANCV, situada en Juliaca, en el año 2024. Esta justificación se sustenta en los siguientes motivos:

- a) Salud de la comunidad universitaria: El H₂O acuífera es una fuente importante de abastecimiento de H₂O potable para la comunidad universitaria. Es fundamental avalar que esta H₂O sea positiva para la ingesta humana, ya que su polución puede poseer consecuencias negativas en la salubridad de los educandos, personal administrativo y educativos de la facultad.
- b) Conservación del medio ambiente: La inspección del estado del agua acuífera permitirá asemejar posibles fuentes de polución y tomar medidas corregidoras para resguardar la condición del recurso hídrico en la zona. Esto ayudará al resguardo de los ecosistemas y a la sostenibilidad de los recursos nativos en la zona.



- c) **Cumplimiento de normativas:** La valoración de la calidad del H₂O acuífera es un requisito indispensable para desempeñar con las normativas actuales en materia ambiental y de salud pública. Esto garantizará que la facultad cumpla con las regulaciones establecidas y evite posibles estatutos por infracción de la ley.
- d) **Generación de conocimiento científico:** La realización de esta investigación contribuirá a la generación de discernimiento científico en el contorno de la valoración de la condición del H₂O acuífera. Las derivaciones conseguidas podrán ser útiles para futuros estudios en las gestiones de recursos hídricos y el campo de la hidrogeología.

1.4.2. Justificación social

Este análisis se centra en que es de suma importancia no solo para la colectividad universitaria, asimismo para toda la población que se beneficia de este recurso hídrico. Además, el agua acuífera es una fuente esencial para la ingesta humana, la industria y la agricultura en el departamento. Consiguientemente, es esencial asegurar que la calidad del H₂O cumpla con los requisitos establecidos para cuidar el bienestar y la salubridad de todos los que la consumen. Además, la evaluación del agua acuíferas es esencial para identificar posibles contaminantes o problemáticas de condición que puedan perjudicar tanto a los usuarios como al entorno natural.

En resumen, la evaluación del H₂O acuífera en la FICP de la UANCV en Juliaca es un estudio de gran relevancia social, que tendrá un impacto verdadero en la salubridad, el ambiente y el desarrollo sostenible de la ciudadanía en general y de la ciudad universitaria.



1.4.3. Justificación ambiental

Para el presente borrador de tesis radica en la importancia de evaluar la condición del H₂O acuífera, puesto que es un recurso nativo vital para la coexistencia, la agricultura, la industria y el ecosistema en general. Sin embargo, su calidad puede estar comprometida por la presencia de contaminantes provenientes de diferentes fuentes, como la actividad humana, la disposición de residuos, la agricultura intensiva, entre otros. Por tanto, es fundamental realizar una evaluación periódica de la condición del agua acuífera en los sitios urbanos y periurbanas, como es el caso de la FICP de la UANCV en Juliaca. Esta evaluación permitirá identificar la presencia de posibles contaminantes, determinar su origen, evaluar su marca en la salubridad humana y en el ambiente, y proponer medidas de mitigación y prevención. Asimismo, esta investigación contribuirá a sensibilizarse a la ciudadanía en general y a la ciudad universitaria sobre la trascendencia de guardar y resguardar los recursos hídricos subterráneos. También proporcionará información útil para la toma de elecciones por parte de las mandos locales y regionales en materia de gestión del agua y amparo del ambiente.

En resumen, la valoración del agua acuífera en la FICP de la UANCV en Juliaca, en el año 2024, es relevante desde una perspectiva ambiental, ya que contribuirá a la protección de este recurso natural y a la promoción de destrezas sostenibles en la usanza del H₂O en la ciudad universitaria y población en general.

1.4.4. Justificación Económica

Este análisis se fundamenta en primer lugar, el H₂O acuífera es un recurso nativopreciado para el funcionamiento adecuado de cualquier institución educativa, pues es esgrimida para la ingesta humana, regadío de zonas verdes y diversos procesos académicos y administrativos. Por lo tanto, es fundamental garantizar la



cantidad y calidad suficiente de este recurso líquido para el correcto progreso de las diligencias en la Facultad. Además, la evaluación del agua acuífera permitirá identificar posibles contaminantes y problemáticas de condición que podrían afectar la salubridad de los beneficiarios y el adecuado desempeño de los sistemas de suministro de H₂O. De esta manera, se podrán implementar medidas correctivas y preventivas para garantizar su potabilidad y adecuada utilización. Por otro lado, la evaluación del agua acuífera también contribuirá a la sostenibilidad ambiental de la institución al promover la administración eficaz y prudente de este recurso fundamental. Esto se traducirá en ahorros a largo plazo en costos de procesamiento y sustento de sistemas de suministro de H₂O, así como en la reducción de impactos ambientales negativos relacionados con su uso inadecuado.

1.5. Hipótesis de la investigación

El estudio no muestra hipótesis de acuerdo a su naturaleza.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente (VI)

- Calidad del agua subterránea.

1.6.2. Variable dependiente (VD)

- Agua subterránea.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la investigación

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGÍA	
Dependiente	Reglamento de la calidad del agua para la ingesta humana como D.S N° 031-2010-SA	Calidad Aceptable Calidad No Aceptable	Aceptable	Enfoque cuantitativo	
			No Aceptable		
Independiente	Estándares de calidad ambiental para el agua como el D.S N° 004-2017-SA	Parámetros fisicoquímicos	Temperatura	°C	Diseño de investigación No Experimental
			Turbiedad	UNT	
			Conductividad	μS/cm	
			pH	Valor de pH	
			Dureza total	mg/L	
			Sólidos Totales Disueltos	mg/L	
			Nitratos	mg/L	
			Cloruros	mg/L	
			Arsénico	mg/L	
			Cadmio	mg/L	
			Calcio	mg/L	
			Magnesio	mg/L	
			Manganeso	mg/L	
Potasio	mg/L				
Agua subterránea	Estándares de calidad ambiental para el agua como el D.S N° 004-2017-SA	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	Tipo de investigación Descriptivo	



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

El estudio presentado por el autor (Pérez Martínez, 2022) en su trabajo de investigación titulado "Progresión de poluentes en líquidos acuíferos y su influencia sobre las construcciones universitarias (hidrogeoquímica e hidrogeología)", cuyo fin principal al fue establecer la progresión de los Aspectos químicos-físicos y de hidrodinámica del H₂O acuífera en los pasados cinco años, tal como anticipar las consecuencias de esa H₂O acuífera en las estructuras de la Torre de la Rectoría, En esta investigación, pretendió personificar la progresión de los polucionantes en el H₂O acuífera del año 2016 al año 2021 con el fin de establecer la influencia ambiental que poseen las diligencias antropogénicas y industriales sobre la condición del H₂O acuífera en el campus, tal como la consecuencia del H₂O acuífera afectada sobre los cimientos de la Torre de la Rectoría, el Instituto de Ingeniería Civil y el Estadio Universitario de la UANL. Para la metodología, se ejecutó el muestreo de los recursos hidráulicos (hidrogeoquímica) y de los suelos en el área de estudio durante temporadas de sequía. Además, se efectuaron mediciones de niveles freáticos en diferentes temporadas del año (hidrogeología).



Los muestreos fueron estudiados en el recinto certificado "ActLabs Canadá" utilizando la técnica de espectrometría de masas. El acuífero en análisis se cataloga como un acuífero de gravas y poros, situado debajo del acuífero de fracturas de la alineación Méndez. Se halló al menos 59 metales en el H₂O acuífera, posiblemente resultantes de las industrias del acero Ferromex, Ternium, demás. De los iones hallados, el aluminio (Al³⁺), el hierro (Fe³⁺), y el manganeso (Mn²⁺) superaron los LMP de las reglas ambientales. Asimismo, los cloruros (Cl⁻) y sulfatos (SO₄²⁻) asimismo excedieron los LMP. El impacto de esta H₂O acuífera en los cimientos de la Torre de la Rectoría, se apreció contrastando las reuniones de contaminantes con las reglas de construcción internacionales y nacionales correspondientes. Los hallazgos de esta investigación son valiosos para el estudio de la evolución y caracterización de poluciones en el H₂O acuífera, así como para la evaluación de las exposiciones de organizaciones de acero/concreto a ambientes agresivos provocados por la polución industriales y antropogénicas.

El informe presentado por (Lima Marroquín, 2021), denominado "Estudio del estado del agua destinada al consumo humano de los pozos localizados en el campus central de la USC de Guatemala acorde a la regla COGUANOR 29 001 y proposición de mejoras", cuyo fin fue ejecutar un análisis de la condición del H₂O conseguida de los 5 pozos mecánicos localizados adentro del campus central de la USC de Guatemala desde sus particularidades microbiológicas y físico-químicas, acorde a la regla COGUANOR NTG 29 001, y ejecutar una proposición de preparación. Para ello, procedió a recoger y analizar 06 muestras por cada pozo, conjuntamente de un muestreo semejante de 05 filtros, acoplados cada uno al método de abastecimiento de su referente pozo. Con programa de estudio básico y una toma de muestras exacta semanal para valorar sus propiedades físico-



químicas y microbiológicas, conforme con los criterios señalados por la Comisión Guatemalteca de Normativas en las Normativas Técnica Guatemalteca 29001. Las medidas químicas y físicas de los pozos mecánicos 1 (ingeniería), pozo mecánico 3 (servicio USAC), pozo mecánico 2 de ingeniería (excepto el tono), pozo mecánico 5 (servicio USAC), pozo mecánico 4 (agricultura) y los cinco filtros en análisis, se hallan elocuentemente por debajo de los LMP señalados en la norma COGUANOR NTG 29 001. Los resultados de cada muestra muestran que el nivel de color en el H₂O del pozo mecánico 2 (ingeniería) es en media de 500 unidades y el del filtro en el 2do nivel del edificio T-7 es de 5,0 unidades. El estudio estadístico revela que la condición del H₂O del pozo no desempeña con las Normativas, lo que hace necesario un procesamiento previo antes de su distribución para consumo humano. La conductividad alcanzada en las muestras se sitúa dentro de los rangos establecidos permitidos para el consumo humano, con un promedio de 281,16 μ S/cm correspondiente al pozo mecánico 2 (ingeniería) y 361,00 μ S/cm. para el filtro en el 2do nivel del edificio T-7. Respecto a la reunión total de iones, al temple de estudio, es considerablemente baja frente al LMP de 1.500 μ S/cm según la normativa, sugiriendo una inferior reunión de minerales diluidos. Las derivaciones del pH están dentro de los rangos autorizados para la ingesta humana (6,5 a 8,5), con promedios de 7,78 para el pozo mecánico 2 (ingeniería) y 8,0 para el filtro situado en el 2do nivel del edificio T-7, lo que indica que el H₂O es levemente alcalina. En cuanto a los sólidos totales disueltos, el pozo mecánico 2 (ingeniería) mostró una media de 148,66 mg/L y el filtro en el segundo nivel de la edificación T-7, 191,00 mg/L. El análisis estadístico indicó una existencia o solubilidades considerablemente baja de sales orgánicas (como magnesio, calcio, potasio, sodio, bicarbonatos, sulfatos y cloruros) y MO en el H₂O. En consecuencia, respecto a



este indicador, es completamente viable usar esta H₂O para la ingesta humana sin ningún tipo de procesamiento. El temple en pozos mecánicos 2 (ingeniería) fue de 23,45 °C, y en el filtro de los 2do niveles del edificio T-7 fue de 23,5 °C, ambas adentro de los LP para agua potable. Para la turbidez, el muestreo de los pozos mecánicos 2 (ingeniería) mostró un promedio de 59,630 NTU, lo que sugiere una existencia significativamente elevada de disueltas de gases y partículas suspendidas, sólidos y líquidos tanto inorgánicos como orgánicos en el pozo mecánico. Para la dureza total, se encontró que los pozos mecánicos 2 (ingeniería) tenía un promedio de 103,00 mg/L, y el filtro situado en el segundo nivel del edificio T-7 presentaba 136,00 mg/L. Esto indica que la cantidad de calcio (y, en menores medidas, de magnesio) diluido es significativamente baja. Los datos obtenidos para el nivel de nitratos en las muestras mostraron un promedio de 2,62 mg/L para el pozo mecánico 2 (ingeniería) y 2,30 mg/L para el filtro situado en el 2do nivel del edificio T-7. El estudio estadístico revela que estos valores están muy por abajo del LMP de 50 mg/L según la normativa COGUANOR NTG 29 001 para agua destinada a la ingesta humana. Esto descarta la posibilidad de que haya escorrentía o filtración desde tierras agrarias o polución por desechos animales o humanos, derivados del enmohecimiento del amoníaco u otras fuentes parecidas. Los análisis bacteriológicos también muestran la ausencia de coli. fecales, coli. totales y/o E. Coli en el pozo mecánico 3, 1, 5, 4, y los cinco filtros. Así, se determina que el H₂O en estos puntos es totalmente adecuada para la ingesta humana sin necesidad de procesamiento previo. Para el H₂O del pozo mecánico 2 (ingeniería), se ha encontrado la existencia de E. Coli y coli. fecales con un valor de 18,15 NMP en cada una de las muestras analizadas. Esto indica una alta probabilidad de polución a causa de la ausencia de operación y preservación, así como al desperfecto de la



estructura del pozo y las tuberías de colocación. Asimismo, se ha observado una presencia significativa de hierro y altos niveles de tono (en la graduación de platino-cobalto) que superan ampliamente el promedio en comparación con los demás puntos evaluados. Esto representa una violación total de las normativas determinadas por la normativa COGUANOR NTG 29 001. Las derivaciones para coliformes fecales y E. Coli fueron de 18,15 NMP en promedio para pozos mecánicos 2 (ingeniería), y el cotejo con la categoría límite de informe de la ISO 4831:2006 (R2015), que es <2- <3 NMP, muestra que no se ajusta a la norma. Esto señala una posible polución provocada por aguas remanentes o desechos en descomposición en el abastecimiento de agua. En consecuencia, se concluye que esta H₂O no es apropiada para ingesta humana.

Según el estudio de los autores (Villafuerte López, Proaño Intriago, & Rodríguez Navarrete, 2020), en su artículo titulado "Establecimiento de sistema de depuración de H₂O adecuada para la ingesta en universidades". El objetivo fue implementar un sistema de procesamiento de agua no salina en la FCI con la intención de aliviar los impactos en el entorno y elevar la condición de existencia de la comunidad universitaria. Este proyecto surgió como respuesta a la Escasez de agua dulce disponible y sin costo para la comunidad educativa. Se evaluó el estado presente del H₂O "potable" que llega a las subestructuras mediante análisis siguiendo la normativa NTE INEN 1108:2014. Los análisis revelaron que algunos parámetros no desempeñan con los límites prescritos, como la turbidez con un valor de 7.1, los fosfatos con un resultado de 0.71 y el cloro libre con un valor de 0.27. Con base en estos resultados, el método de filtración diseñado en este estudio constó de 3 fases: la 1ra fase, un filtro de polipropileno, destinado primariamente a la eliminación de sedimentaciones (sólidos totales, lodo, arena fina, óxido de hierro



y demás sustancias que generan turbidez) (Aguamarket, 2017). La 2da fase, un filtro de carbón activado en bloque, es un sólido con características que lo hacen extremadamente ventajosa en el procesamiento de aguas. Su distribución porosa le ofrece una gran superficie determinada y cabida para adsorber una gran diversidad de poluciones. Está constituido en su mayor parte por carbono (cerca de un 90%), y también contiene otros elementos como hidrógeno, oxígeno, y nitrógeno, entre otros. La tercera etapa del sistema es un filtro de cerámica, diseñado para filtrar diversas sustancias indeseables en el H₂O de ingesta humana. Sus poros considerablemente diminutos (con diámetros entre 0.3 y 0.6 micras) facilitan una efectiva desinfección del H₂O. En la reconstrucción del abrevadero se esgrimió una lámina de acero resistente 304 –2B. El diseño dimensional se basó en las pautas de la Normativa Ecuatoriana de Construcción, la cual instituye los requerimientos técnicos de diseño, máximos y/o mínimos, relativos a las particularidades esenciales de usanza y ocupación, para asegurar las accesibilidades universales en los entornos edificados (NEC –HS –AU. 2016). Asimismo, se consideraron las especificaciones de la NTE INEN 2314: Accesibilidades de los Individuos al Entorno Físico. Compendios Educados. Esta normativa instituye los requerimientos de diseño y localización de los compendios educados en espacios privados y públicos con senda al público (INEN, 2017). En la etapa final, se realizaron pruebas del agua proporcionada por el bebedero y, al revisar las derivaciones de recinto, se comprobó que el sistema perfeccionamiento la condición del H₂O en todos los indicadores establecidos por la normativa, abarcando turbidez, cloro libre y fosfatos, que eran los aspectos que no estaban adentro de los límites aceptables en la muestra inicial.



El estudio realizado por Reyes García y Rivas Cubias (2019), denominado "Evaluación de la condición fisicoquímica del agua dulce en las Facultades de la Universidad de El Salvador, sede central", se enfocó en examinar la condición fisicoquímica del H₂O dulce distribuida en la Universidad. El método esgrimido fue de tipo experimental, con un carácter prospectivo y longitudinal. Tomaron 28 muestras y aplicaron un muestreo específico y puntual al H₂O dulce de los grifos selectos en cada facultad. Para analizar los resultados, emplearon la Normativa Salvadoreña Necesaria NSO13.07.01:08 Agua, Agua Dulce. Respecto a los resultados de las evaluaciones físicas (pH, tempke, turbidez) y organolépticas (tono, sabor y fetidez) en las 9 facultades, los valores están adentro de los LMP determinados para cada parámetro. En las Facultades de Medicina, Ciencias y Humanidades, Ciencias Agronómicas Ingeniería y Arquitectura, Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Matemática, Odontología, Ciencias Económicas y Química y Farmacia, el agua dulce cumple con los indicadores químicos requeridos por la Normativa Salvadoreña, tales como alcalinidades totales, dureza, cloruros, hierro nitratos, total y sulfatos. Sin embargo, en las Facultades de Humanidades y Ciencias, Medicina, Odontología y Ciencias Agronómicas, se identificó la existencia de plomo, probablemente debido a infiltraciones provenientes de tuberías de plomo corroídas, especialmente en áreas con agua de alta acidez. Además, los niveles de manganeso en los muestreos de H₂O dulce de las Facultades de Humanidades y Ciencias, Ciencias Agronómicas y Odontología excedieron los LMP por la Norma Salvadoreña, lo que personifica un peligro para la salubridad a causa de que el manganeso puede causar problemas neurológicos si se consume a largo plazo. Las concentraciones de arsénico en los muestreos de agua dulce analizadas exceden los límites permisibles según la



Normativa Salvadoreña, en las Facultades de Arquitectura y Ingeniería, Medicina y Ciencias Agronómicas, además de en la Facultad de Química y Farmacia en el primer muestreo tomado. En la FCE se ha registrado un nivel de cloro remanente libre superior al permitido en los muestreos de agua dulce desarrolladas. Las Facultades que proporcionan servicios de prácticas de recinto— Ciencias y Humanidades, Ingeniería y Arquitectura, Medicina, Ciencias Económicas, Química y Farmacia, Odontología y Ciencias Agronómicas—muestran presencia de poluciones como manganeso, plomo, arsénico y cloro remanente libre. Esto podría estar relacionado con un procesamiento deficiente de los residuos químicos de las prácticas de recinto, infiltraciones por el mal estado de las tuberías o resarcimientos incorrectas. Tanto la Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales como la Facultad de Ciencias Nativas y Matemáticas se ajustan a los límites aceptables según la Normativa Salvadoreña para todos los indicadores organolépticos, químicos y físicos evaluados.

2.1.2. Antecedentes nacionales

El estudio mostrado por (Trujillo Guzman, 2024) denominada “Valoración de la pureza del H₂O consignada a la ingesta humana en los asentamientos de Loreto y Palmeras, en el distrito de Chontabamba – Oxapampa”, su finalidad primordial fue establecer las condiciones del H₂O consignada a ingesta humana en los núcleos habitacionales de Palmeras y Loreto - Pusapno, Chontabamba. La metodología esgrimida consistió en un estudio básico, no experimental y transversal, de carácter descriptivo y comparativo. La población objeto de estudio fueron las entidades de H₂O en las atracciones de Palmeras y Loreto, y el muestreo representativo correspondió a las porciones de H₂O recolectadas en dichas atracciones. Se



empleó las técnicas de recopilación de datos mediante muestreo puntual, y los instrumentos de estudio fue un test instrumental en el recinto. Los primordiales hallazgos en los parámetros parasitológicos y microbiológicos muestran que, de los 4 parámetros desarrollados, 1 se halla por abajo del rango autorizado según el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM. Solo el indicador de número de coliformes totales está dentro del rango permitido, con derivaciones de 23 NMP/100 ml para Palmeras y 6.9 NMP/100 ml para Loreto, mientras que el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM establece un límite de 50 NMP/ml. En cuanto a los indicadores químicos, orgánicos y físicos, de los 20 indicadores valorados, todos cumplen con los límites determinados por el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM. Estas derivaciones indican que la condición del H₂O en Palmeras y Loreto no es adecuada para la ingesta humana sin procesamiento o desinfección previa.

La investigación presentada por (Gallardo & Guerrero, 2022), titulado "Análisis fisicoquímico del H₂O del venero La Meseta para ingesta humana, San Miguel -2022". La finalidad principal fue examinar las propiedades del agua, enfocándose especialmente en el pH, color, conductividades eléctricas turbidez, sólidos disueltos totales, nitratos, dureza, sulfatos y nitritos. El estudio se ejecuto en el venero La Meseta, provincia de San Miguel, caserío San Lorenzo Alto, departamento Cajamarca. El estudio fue de tipo descriptivo-analítico, y los muestreos de cada período fueron evaluadas en el recinto. Alcanzó a la terminación de que la condición del H₂O del venero "La Meseta", estimada en las 3 etapas, se ajusta a los indicadores determinados en el ECA – D.S. N°015-2015–MINAM Clase 1 y D.S. N°031-2010-MINSA, catalogándose como H₂O de clase A1. Consiguientemente, puede ser potabilizada mediante esterilización para hacerla apta para la ingesta.



El estudio mostrado por (Ulloa Guevara, 2019) en su estudio titulado "Estudios fisicoquímico del agua potable consumida en la Universidad Nacional de Trujillo - Perú", con el fin de analizar las características físico-químicas del agua dulce consumida en el campus universitario. Se examinaron 22 muestreos de H₂O potable, evaluando la turbidez mediante el método nefelométrico, el color a través del método colorimétrico, el sabor y el olor por el método organoléptico, la temple con el método termométrico, los sólidos totales por vaporización, el pH usando el método potenciométrico, las alcalinidades totales por alcalimetría, la dureza total utilizando el método de Versenato, los cloruros a través del método de Mohr, los nitratos mediante el método de fenol disulfónico y el amoníaco utilizando el método de Nessler. Las derivaciones obtenidas fueron: turbidez 3,23 UTN; color, 6,6 UCV; olor y sabor, dentro de los límites aceptables; temple, 21,17 °C; pH, 6.58; alcalinidad total, 152,67 mg/L CaCO₃; dureza total, 348,11 mg/L CaCO₃; sólidos totales, 1292,6 mg/L; cloruros, 124,803 mg/L CL; nitratos y amoníaco, ausentes. Se concluye que el H₂O dulce para ingesta en la Ciudad Universitaria cumple con los estándares de condición

2.1.3. Antecedentes regionales

(Escobar Molina, 2024), con su título "reunión de indicadores microbiológicos y físico-químicos del H₂O de los pozos del núcleo poblacional de Vilcachile, Ilave, 2023", se propuso evaluar la reunión de los indicadores microbiológicos y físico-químicos en el H₂O de pozos para la ingesta humana en el núcleo poblacional. La metodología aplicada fue descriptiva, de diseño no experimental, con un muestreo compuesta por 4 pozos, elegidos por sus disponibilidades y cordialidad. En la evaluación de las medidas físico-químicos del H₂O de los pozos en Vilcachile, se



obtuvieron las derivaciones subsiguientes: el pH fluctuó entre 6,67 y 7,02, indicando un rango levemente neutro a ácido y cumpliendo con el estándar determinado. El temple se conservó uniforme en 14°C en cada uno de los pozos. Las conductividades eléctricas presentaron diferenciaciones, con valores que oscilaron entre 97,80 y 117,70 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica baja salinidad. En cuanto a las medidas microbiológicas, se anotó una casi total ausencia de microbios colif. fecales y totales en los muestreos, con valores <1 UFC/100 ml. Estas derivaciones evidencian que el H₂O de los pozos es apropiada para la ingesta humana, cumpliendo con los criterios de condición determinados por la Orden Suprema N° 004-2017-MINAM.

El estudio presentado por (Vilca Vilca, 2022) titulado “Propiedades microbiológicas de los pozos de H₂O acuífera para ingesta humana en la Urb. Villa Las Palmeras, Chilla – Juliaca, 2021”, Con el fin de identificar las propiedades microbiológicas de los pozos de H₂O acuífera destinados a la ingesta humana, se presentó una muestra no aleatoria seleccionada por conveniencia. El estudio incluyó 05 linajes colindantes a la laguna de enmohecimiento, cuyas muestras se tomaron en distintos puntos. Se utilizaron fichas de encuestas y pruebas de laboratorio como herramientas. Los resultados indicaron que las muestras N-1, N-2, N-3, N-4 y N-5 presentan niveles de microorganismos patógenos, coli. totales y coli. termotolerantes o fecales que superan los LMP, con un promedio de polución microbiológicas muy elevado, por otra parte además los pozos artesanales se hallan en estados lamentables ya que no poseen una estructura de amparo por lo cual las aguas estiran a ser polucionadas, el muestreo físico químico N-1,N- 2,N-4,N-5, se hallan adentro de los LMP como D.S.031-2010 SA. No obstante, en el muestreo N-3, la turbidez fue de 7.770 (NTU), superando los límites máximos

permisibles. Además, en la muestra N°5, el sulfato no cumple con los límites establecidos, con un valor de 400 (mg/l), indicando que no es apropiada para la ingesta humana. En total, las muestras de agua dulce muestran despojos de materia fecal, excediendo los estándares de condición para agua destinada a la ingesta humana.

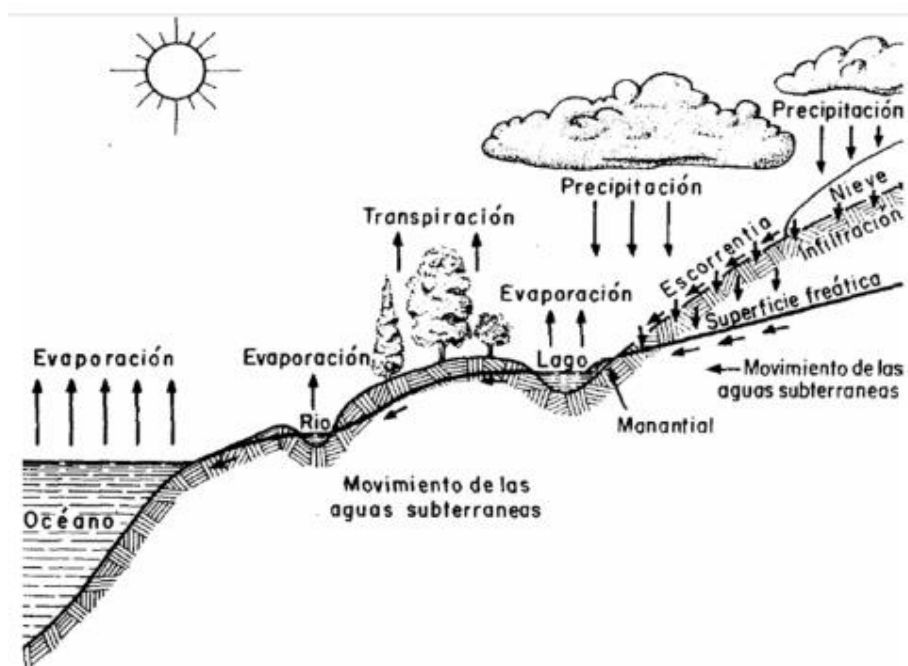
2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen de las aguas subterráneas

Mencionando a (Ordóñez Galvez, 2011), se indica que se denominan aguas acuíferas a las que se hallan entre los espacios de la superficie, bajo su capa exterior. La aparente irregularidad en la manifestación de apareamiento de aguas acuíferas y la problemática de su predicción, junto con la gran relevancia que en ciertas áreas ha tenido su presencia para la supervivencia de las comunidades, han conferido siempre un carácter limpiamente enigmático a los estudios que se les han dedicado a partir de tiempos antiguos.

Figura 1

Ciclo hidrológico



El origen de las aguas acuíferas ha sido una de las inquietudes más persistentes para el ser humano desde tiempos antiguos. La hipótesis de la introducción, que postula que las diversas aguas acuíferas proceden ya sea de la penetración seguida en el suelo de nieve o aguaceros, o indirectamente de afluentes o lagos, no ha sido universalmente aceptada, sino solo en épocas comparativamente recientes.

Figura 2

Flujo del agua subterránea



Nota: Imagen extraída de (Wikipedia, s.f.)

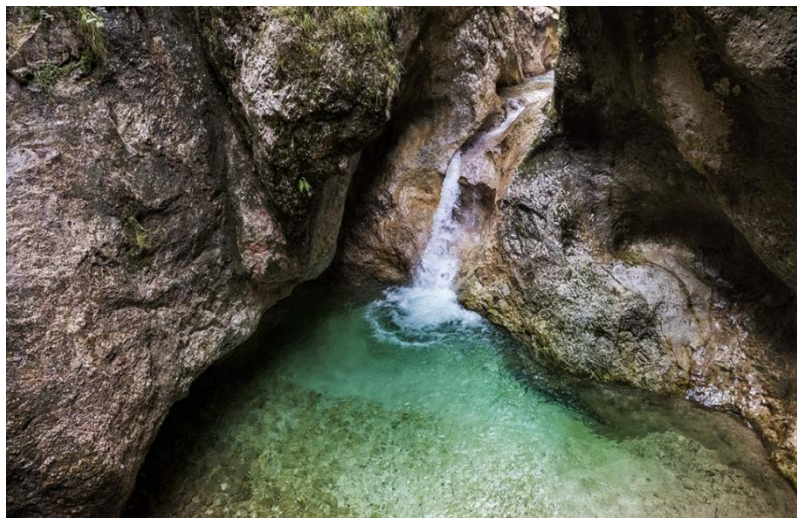
2.2.2. Aguas subterráneas

Las aguas acuíferas son las que se localizan bajo el área terrestre y constituyen una de las partes fundamentales del ciclo del agua. Cuando ocurre una fogsidad en forma de nieve o lluvia, una parte del agua se filtra por medio de la superficie hasta alcanzar una roca impenetrable, llenando sus huecos y fisuras, y quedando acumulada en acuíferos. (Iberdrola, s.f.)

El agua acuífera se halla por debajo de la superficie, en las fisuras y vacíos de la superficie, las rocas y la arena. Esta H₂O se conserva en acuíferos (alineaciones rocosas y/o sedimentaciones permeables que sujetan H₂O), y se puede extirpar por medio de pozos, o puede emerger de manera natural a través de un venero, o ser descargada en lagos o riachuelos. Aunque está enterrada, cuando emerge, el agua acuífera contribuye a reponer y mantener los niveles de aguas superficiales, como los cuerpos de agua que conocemos: ríos, lagos o riachuelos. Además, el agua acuífera facilita el flujo continuo de nuestros torrentes. (Enrique Prunes, 2022)

Figura 3

Aguas subterráneas



Nota: Imagen recuperada de (Aquaefundación, 2022)

El agua acuífera se encuentra almacenada en un área conocida como “acuífero”. Un acuífero es una distribución geológica o una sección de la misma compuesta por un material penetrable que puede retener una explícita cuantía de H₂O. Los acuíferos pueden estar constituidos por una variedad de materiales directos directos, como arena grava, suelta, peñascos permeables sedimentarias

como arenisca o lutita, rocas metamórficas, lava ardiente fracturada, entre otros.

(D.W. & D.W., 2001)

2.2.3. Tipos de aguas subterráneas

Citando a (Iberdrola, s.f.), indica que, según sus propiedades, los acuíferos se categorizan de diversas formas:

⇒ De acuerdo con su comportamiento hidráulico:

- **Libres:** carecen de una capa impenetrable superior, por lo que el límite superior de la zona saturada de H₂O (nivel freático) está a presión atmosférica.
- **Cautivos o confinados:** están situados entre dos capas sellantes y, por lo tanto, están sometidos a una presión superior a la atmosférica.
- **Semicautivos o semiconfinados:** su parte superior está en contacto con un terreno semipermeable, presentando así características intermedias entre los acuíferos libres y los cautivos.

⇒ Según su textura:

- **Porosos:** el agua está ubicada entre sedimentos sueltos, como arenas o gravillas, que absorben el agua de manera similar a una esponja.
- **Fisurados:** el H₂O se halla entre formaciones rocosas con fisuras (o fracturas) y grietas que facilitan la circulación interna.

Asimismo, se posee de acuerdo a (Márquez, 2020) los tipos de aguas acuíferas, como:

a) De acuerdo con el origen o las fuentes de las aguas acuíferas, estas pueden ser:

- ❖ De infiltración o de precipitación.

- ❖ Aguas provenientes de la condensación de la niebla nocturna en regiones áridas.
 - ❖ Aguas fósiles o primordiales, que son aquellas reservas de agua que quedaron encerradas en acuíferos desde hace milenios.
 - ❖ Aguas jóvenes o volcánicas, que son aquellas que emergen por primera vez a la superficie debido a erupciones volcánicas y géiseres (por ejemplo, manantiales de agua acuífera).
- b)** De acuerdo con la disposición del agua acuífera en el terreno o, en otras palabras, según la ubicación del agua acuífera, se distinguen:
- ✓ **Aguas edáficas:** es el agua acuífera que se halla en la zona de aireación o región no saturada del subsuelo.
 - ✓ **Aguas suspendidas:** se generan cuando entre la superficie y la zona verdaderamente saturada, queda una franja, de escaso grosor, llena de agua retenida por una capa impermeable.
 - ✓ **Aguas freáticas:** las aguas de niveles freáticos son las que constituyen la zona de saturación.
 - ✓ **Aguas confinadas:** situadas entre 2 capas herméticas.
 - ✓ **Aguas artesianas:** sujetas a elevadas presiones, permanecen guardadas entre capas no permeables y suben verticalmente hacia la superficie.

2.2.4. Características de las aguas subterráneas

Tomando como referencia a (Márquez, 2020), menciona algunas características que presentan las aguas acuíferas, siendo:

- El agua acuífera es dulce.

- La constitución química, física y biológica del agua puede alterarse tras su infiltración en el suelo debido a sus interacciones con el entorno.
- Los principales componentes químicos del agua acuífera son: bicarbonatos (HCO_3^-), dióxido de carbono (CO_2), carbonatos (CO_3^{2-}), sulfatos (SO_4^{2-}), cloruros (Cl^-), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-), amonio (NH_4^+), magnesio (Mg^{2+}), calcio (Ca^{2+}), potasio (K^+), sodio (Na^+), oxígeno disuelto (O_2) y sílice (SiO_2).

Figura 4

Características del agua subterránea



Nota: Extraído de (Márquez, 2020)

También podemos encontrar las características de las aguas acuíferas, como indica (Caracteristicass.de, s.f.)

- En numerosos lugares, la extracción de agua acuífera es difícil, dependiendo de la profundidad del acuífero o de la presencia de rocas extremadamente duras.



- En numerosas áreas pueden tener elevadas concentraciones de minerales.
- Turbidez baja
- Composición química y temple estables.
- Están en continuo movimiento.
- Son aguas relativamente limpias.

2.2.5. Captación de aguas subterráneas

Según (Campillo & Vargas Martínez, 2024), se tienen:

- a) Drenes y galerías: los túneles son excavaciones horizontales con una inclinación suave, de sección redondeada y longitud considerablemente mayor que su diámetro, con la salida del agua al exterior generalmente por efecto gravitacional. Los desagües se asemejan a los túneles, pero son tuberías de menor diámetro, perforadas mecánicamente, usualmente de hasta unos pocos metros de largo. Se emplean más para la estabilización de laderas que para el manejo del agua.
- b) Zanjas: son excavaciones rectilíneas en trinchera, generalmente de poca profundidad (2 a 5 m) y distancias de unas decenas a diferentes centenares de metros. Se usan particularmente en acuíferos superficiales, para drenar los primeros metros. Se realizan una o más excavaciones en forma de zanjas, siguiendo la inclinación del terreno, que desembocan en un pozo de recopilación desde el cual se ejecuta el bombeo. Se emplean tanto para la extracción de agua acuífera a poca



profundidad como para el drenaje requerido para asegurar la estabilidad de las construcciones.

2.2.6. Parámetros fisicoquímicos

a) Temperatura

La medición precisa del temple es crucial para varios procedimientos de procesamiento y estudio en el laboratorio, ya que, como por ejemplo, el nivel de oxígeno disuelto, la diligencia microbiológica y el contenido de carbonato de calcio están emparentados al temple. En ausencia de influencia cálida de aguas de superficies, un H₂O de capa que fluya mansamente a través de una capa impermeable a 100 metros de profundidad tendrá un temple de dos a tres grados más elevada en comparación con otra que esté en un terreno sólido a solo 30 metros de la superficie, de acuerdo con la ley del gradiente geotérmico. (Quispe Quelca, 2012)

b) Conductividad eléctrica

Es la capacidad de consentir el paso de corriente eléctrica. Se mide comparando las conductividades de 1 cm³ de una sustancia con 1 cm³ de H₂O pura, que posee baja conductividad y actúa como un buen dieléctrico. Las conductividades es el recíproco de las resistencias eléctricas, por lo que sus unidades son los mhos, en la que 1 mho = 1/1 ohmio. En los informes de recuento, la conductividad se suele expresar en μmhos o μsiemens (mS) (1 micromho equivale a un microsiemens) en el Sistema Internacional. Las conductividades aumentan directamente con el incremento de minerales diluidos. Esta característica es fácilmente comprobable en el campo. Las aguas con



elevada conductividad pueden provocar corrosiones en el hierro y acero de las tuberías de los pozos. (Quispe Quelca, 2012)

c) Turbiedad

Es la habilidad de los materiales suspendidos en el H₂O para asediar el paso de la luz. Esta turbiedad puede ser producida por una diversidad de elementos, tales como:

- Las erosiones nativas en las cuencas, que introduce sedimentaciones en los lechos de los afluentes.
- Polución originada por la industria debido a residuos domésticos.

La turbidez puede originarse de fuentes inorgánicas (como arcillas y arenas) en situaciones de erosión, o tener un elevado contenido de MO (como limo y microorganismos) en casos de turbidez generada por diligencias humanas. (Soriano Dilas, 2018)

d) pH

Es el término que muestra el grado de alcalinidad o acidez del H₂O. Por acuerdo, se precisa como:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

En el agua acuífera, el pH tiende a ser equilibrado, ya que es raro hallar minerales libres en ella. Se calcula en un grado de 0 a 14, en el que 7 representa el punto de neutralidades. Valores de pH por debajo de 7 se creen ácidos, en tanto que los valores mayores a 7 son alcalinos. El pH se determina utilizando sustancias y herramientas como el papel indicador universal o el papel tornasol, así como dispositivos conocidos



como medidores de pH. Variaciones en el pH debido a bombeo en áreas más pequeñas, cambios de temple o gases que puedan liberarse pueden afectar las rejillas de los pozos, pues las propiedades químicas del agua acuífera son muy impresionables a las condiciones ambientales. (Quispe Quelca, 2012)

e) Dureza total

Se conoce como la propiedad de determinadas aguas que dificulta la producción de espuma con el jabón, exigiendo grandes cantidades para conseguirla. También presentan la particularidad de generar incrustaciones en los equipos cuando se calientan a temperaturas elevadas.

Las aguas duras no causan problemas de salud, pero cuando se usan en la industria, es necesario procesarlas.

La dureza del H₂O es resultado de la existencia de cationes bivalentes, especialmente Ca²⁺ y Mg²⁺. Este fenómeno ocurre cuando las formaciones peñascosas en la superficie se disuelven de forma natural, liberando estos iones.

La dureza no carbonácea, que se denomina dureza indestructible, es causada por sulfatos, nitratos o cloruros de Ca²⁺ y Mg²⁺. Cabe señalar que este tipo de dureza no puede ser removido simplemente enaltecendo la temple. Las sales que la provocan son insolubles, haciendo que los procesamientos con soluciones ácidas o cal no sean eficaces. (Sierra Ramirez, 2011)

A nivel mundial, se utilizan varias clasificaciones para cuantificar la dureza del agua, yaciendo una de las más comunes la proporcionada por la OMS. (Neira Gutiérrez, 2006)

Tabla 2

Clasificación de la dureza del agua según la OMS

CaCO ₃ (mg/L)	Tipo de Agua
0 – 60	Blanda
61 – 120	Moderadamente dura
121 – 180	Dura
>180	Muy dura

f) **Solidos Totales Disueltos (STD)**

Refleja la concentración total de metales, minerales y sales disueltos en el H₂O, y vale como indicadores confiables de su condición. La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (USEPA) lo archiva como una polución secundaria y sugiere un límite de 500 mg/L para el agua dulce. Este límite auxiliar se establece puesto que un nivel elevado de TDS puede hacer que el agua se vea turbia y alterar su sabor. Las personas que no tienen costumbre de consumir agua con alto nivel de TDS pueden padecer irritación en el tracto gastrointestinal al consumirla. Además, los altos niveles de TDS pueden afectar el funcionamiento de los equipos de procesamiento, por lo que es crucial tenerlo en cuenta al instalar un sistema de purificación de H₂O. Para tratar el H₂O y reducir los TDS, se pueden esgrimir técnicas como la ósmosis inversa o la destilación. (Sigler & Bauder,

2015). Como la codificación de nivel de TDS proposición por la OMS, el H₂O se cataloga en:

Tabla 3*Clasificación de STD según la OMS*

(mg/L)	Tipo de Agua
<300	Excelente
300 – 600	Bueno
600 – 900	Regular
900 – 1200	Pobre
>1200	Inaceptable

g) Potasio

Elemento químico personificado por el símbolo K, con un dígito atómico de 19 y una masa atómica de 39.098. Se posiciona en el medio de la serie de metales alcalinos, entre el sodio y el rubidio. Este metal, que es reactivo, liviano y maleable, comparte muchas características con el sodio en su estado metálico. El potasio está presente en alimentos como vegetales, papas, frutas, pan, carne, frutos secos y leche. Es fundamental para los sistemas de fluidos del cuerpo humano y facilita las funciones nerviosas. La acumulación de potasio puede ocurrir si los riñones no están funcionando correctamente, lo que puede resultar en trastornos del ritmo cardíaco. (Lenntech., 2018)



h) Nitratos

El nitrato es la polución más frecuente en las aguas acuíferas, siendo un elemento móvil y duradero. En su estado nativo, aparece en estas aguas debido a la disolución del nitrógeno de las precipitaciones o por la desintegración de la MO en la superficie. (acumar, 2021)

La reunión de nitratos en el agua se origina principalmente por el uso excesivo de fertilizantes con nitrógeno o estiércol de animales, los cuales son arrastrados por las lluvias "En otras palabras, se estima que una persona debe ingerir entre 50 y 150 mg de nitratos para minimizar el riesgo de efectos cancerígenos". A diferencia de otras sustancias en el agua, los nitratos no tienen sabor ni olor que se pueda detectar, por lo que los procesos para eliminarlos deben ser infalibles o deben contener un monitoreo detallado del agua procesada. (Gallardo & Guerrero, 2022)

i) Cloruros

El cloruro se halla asiduamente en las aguas nativas a reuniones variables, y entra al agua de forma nativa a través del lavado por aguacero. La reunión de cloruros suele ser baja, salvo que haya sido alterada por acciones humanas. No obstante, en las aguas acuíferas, en la que el área de unión entre el H₂O y los materiales directos del superficie y subterráneo es mucho mayor, la reunión de cloruro está estrechamente vinculada con la litología preponderante y con la época que el H₂O permanece en el acuífero. (Vasquez Pérez, 2018)

La OMS (2006) señala que las elevadas reuniones de cloruro dan un sabor salino al H₂O y a las bebidas.



j) Calcio

El calcio habitualmente forma sal soluble con aniones como sulfato, hidrogenocarbonato, fluoruro y cloruro. Generalmente, es el catión más abundante en el agua. El calcio entra en el agua por disolvente de sulfatos (particularmente yesos, que son muy fáciles) y silicatos, o a través del CO₂ diluido cuando se encuentra en calizas, dolomitas y margas. La contribución de este metal al H₂O es particularmente significativa en terrenos con yesos, como en las depresiones del Ebro. Asimismo, puede llegar a las aguas dulces por medio de procesos de intrusión salina, lo que asimismo acrecentaría los niveles de Mg en las aguas presumidas. (Lenntech., 2018)

k) Magnesio

El físico humano posee cerca de 25 g de magnesio, con el 40% en los músculos, el 60% ubicado en los huesos y demás tejidos. Este mineral es fundamental para los humanos, interviniendo en la función de membranas celulares, las transmisiones de impulsos nerviosos, las contracciones musculares, la formación de proteínas y las replicaciones del ADN. Además, el magnesio es un ingrediente esencial en la mayoría de las enzimas. (Lenntech., 2018)

l) Manganeso

El manganeso son metales que se halla naturalmente en varias clases de peñascos y se asocia frecuentemente con el hierro. Se encuentra en numerosas fuentes de agua superficiales y acuíferas, especialmente en ambientes anaeróbicos o con baja oxidación. Aunque la presencia de

manganesos en el H₂O dulce es relevante, la principal exposición a este metal suele proceder de los suministros. Las reuniones en el H₂O dulce normalmente oscilan entre 1 y 200 µg/L, no obstante en aguas subterráneas ácidas se han detectado hasta 10 mg/L, con niveles aún más elevados en aguas aeróbicas, a menudo vinculados con la contaminación industrial. (Organización Mundial de la Salud., 1998)

m) Arsénico

El arsénico puede entrar al organismo a través de 3 vías primordiales: la infiltración de aire, la ingestión de suministros y H₂O, y la absorción a través de la piel. Esto implica que cuando los niveles de arsénico en el H₂O de ingesta superan el límite máximo permitido de 10 µg/L favorecido por la OMS, y en muchos casos exceden los 50 µg/L (el límite anterior), puede ser problemático. Por ejemplo, en 2002 se hallaron concentraciones de arsénico de hasta 780 µg/L en el río Rímac (Medina, Robles & Celeste). En ciertos casos, la reunión de arsénico en aguas acuíferas puede superar los 1 000 µg/L. (Gallardo & Guerrero, 2022)

2.2.7. Parámetros bacteriológicos

a) Coliformes fecales o Termotolerantes.

Este subconjunto de microbios coli. totales se halla en magnas cuantías en los intestinos y heces de animales y humanos. La existencia de estas bacterias en el H₂O del pozo indica polución por heces o residuos de alcantarillado, lo que puede presentar un riesgo de enfermedades. (Quispe Quelca, 2012)



b) Coliformes totales

Estas bacterias se pueden hallar en las deyecciones, así como en diversos ambientes, como H₂O con alto contenido de nutrimentos, suelos y materiales vegetaciones en desintegración. Conjuntamente, hay especies que casi nunca se hallan en las deyecciones, pero que se reproducen en el H₂O. (Dirección General de Salud Ambiental)

2.2.8. Límites máximos permisibles para el agua (LMP)

Conforme con el numerario 32.1 del art. 32 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el LMP se refiere a la reunión o grado de elementos, sustancias o indicadores químicos, biológicos y físicos en un efluente o emisión, que, si se supera, puede ocasionar o tener el potencial de producir perjuicios a la salubridad, al bienestar humano y al entorno. (MINAM, 2005)

Como las normativas establecidas para la condición del agua dulce (Tabla 3, 4 y 5), idóneo por el D.S. N° 031-2010-SA, coloca los límites (Anexo 2)

2.2.9. Estándares de calidad ambiental para el agua (ECA):

Es el indicador que determina el nivel de acumulación o la concentración de compendios, sustancias o indicadores biológicos, físicos y químicos en el H₂O, en su función como cuerpo receptor, sin representar un peligro significativo para la salubridad humana ni para el medio ambiente. (MINAM, 2005)

Conforme al D.S. N° 004 – 2017 – MINAM, se definen los indicadores de condición del H₂O como sigue. (Anexo 03).



2.3. Marco conceptual

2.3.1. Aguas subterráneas

Es la parte del H₂O que se halla bajo el área de la tierra y que se puede recoger por medio de perforaciones, galerías de desagüe o túneles, o la que surge de forma nativa al área por medio de veneros o filtraciones hacia los afluentes y arroyos. (Ordóñez Galvez, 2011)

2.3.2. Calidad del agua

Las condiciones del H₂O puede definirse por los elementos que describen sus patrimonios químicas, biológicas y físicas, dependiendo del propósito previsto. La definición indica que, en función del uso, el agua no siempre es adecuada para todos los fines, y que fijos valores no aseguran la misma condición en todos los casos. (e-Lab, s.f.)

2.3.3. Características físicas

Las propiedades físicas del agua, que afectan nuestros sentidos (como el olfato y la vista), impactan derechamente en la aceptabilidad del agua y las condiciones estéticas. Entre las particularidades importantes están: turbidez, sólidos insolubles y solubles, color, sabor y olor, temple y pH. (Barrenechea Martel)

2.3.4. Características químicas

Como disolvente universal, el agua puede incluir prácticamente cualquier mecanismo de la tabla periódica. No obstante, solo algunos elementos son relevantes para el tratamiento del H₂O cruda destinada al consumo o para la



salud del usuario. Entre ellos se incluyen: aceites y grasas, alcalinidad, agentes espumantes, arsénico, boro, aluminio, cianuro, asbesto, cloruros, cobre, cromo, fluoruro, hierro, entre otros. (Barrenechea Martel)

2.3.5. Características Bacteriológicas

Los indicadores bacteriológicos reflejan la existencia y el comportamiento de organismos, tanto a nivel visible como microscópico, que habitan en el agua. Estos indicadores son decisivos para determinar la condición biológica del H₂O y su aptitud para diversas usanzas, y para evaluar la influencia de las sustancias contaminantes y la situación general de los ecosistemas acuáticos. Entre ellos se incluyen la DBO₅, los coliformes, la DQO, etc., (Sricoth et al., 2017).



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

(Hernández & Fernández, 2018), se precisa el diseño no experimental, especializado por la falta de intervención intencionada en las variables. En otras palabras, en este tipo de estudio no se realizan cambios deliberados en las variables, lo que admite ver cómo estas se toleran de manera nativa, sin alteraciones, y se obtienen los datos tal como son, sin intentar modificarlos, todo en un único punto de muestreo.

3.2. Tipo de investigación

(Hernández & Fernández, 2018), se establece que un tipo de estudio descriptiva se enfoca en las especificaciones detalladas de las particularidades, atributos y retoques de compendios, individuos, grupos, comunidades, procesos, y cualquier otro fin de análisis que pueda ser sometido a un estudio profundo, con el fin principal de conseguir una agudeza exhaustiva y detallada de los fenómenos estudiados.



El nivel de estudio en este estudio es de naturaleza explicativa, ya que mediante el análisis de los indicadores fisicoquímicos y bacteriológicos es posible identificar la presencia de uno o varios indicadores relacionados con las diligencias humanas en el área, lo cual reflejará la condición del agua.

3.3. Procedimiento metodológico

3.3.1. Objetivo1: Determinar la concentración que tendrán los parámetros fisicoquímicos el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Para lograr desarrollar el objetivo planteado, se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Para la recopilación de muestreos se esgrimieron frascos de plástico esterilizados y rotulados con una cabida de 0,5 L, conforme a las normas estándares de la APHA (2018). Los contenedores se limpiaron con H₂O de la fuente y se empaparon a una hondura de 20 cm, conservando un ángulo de 30° para compensar el flujo nativo del H₂O. Subsiguientemente, los muestreos fueron etiquetadas apropiadamente y acondicionadas para su traslado al recinto de control de condición de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras de la UANCV.
- ✓ Para el estudio de los indicadores fisicoquímicos se emplearon instrumentos técnicos, tales como potenciómetros, termómetros y oxímetros, para valorar las características fisicoquímicas en el lugar. Asimismo, se efectuaron análisis para la intrepidez de nitratos y otros compuestos esgrimiendo kits de prueba



específicos. Además, se calcularon los sólidos disueltos totales y la turbidez con equipos multiparámetros portátiles.

Lineamientos que seguimos:

a. Planificación

- Primero: se coordina con el conserje de la FIC para identificar los pozos con los cuales cuenta la facultad y asegurarnos que se tiene acceso a dichos pozos.
- Segundo: se realiza una revisión bibliográfica sobre los temas que conciernen a este estudio
- Tercero: nos aseguramos de tener las normativas y protocolos con los que trabajaremos, en este caso serán: LMP fijos en el Ordenanza de la Condición del H₂O para Ingesta Humana aprobado en el D.S. N° 031–2010–SA. Y el protocolo de monitoreo ANA
- Se estableció coordinación con el área de estado ambiental para proceder a la recolección de muestreos y la realización de los estudios correspondientes en dicho recinto.

b. Identificación de sitios de muestreo

- Se identifico para esta investigación 05 puntos de muestreo las cuales son:

Figura 5

Puntos de muestreo FICP



Nota: los puntos de muestreo fueron 5 esto debido al aspecto económico.

M-1: este punto de muestreo queda a espaldas del pabellón de hidráulica a un costado de lo que era la zona de mantenimiento de vehículos.

M-2: la ubicación de este punto de muestreo es, entre los dos edificios del pabellón de hidráulica.

M-3: este punto de muestreo queda al costado del pabellón de estructuras y del laboratorio de calidad ambiental.

M-4: este punto se ubica en la edificación nueva de la facultad de ingeniería civil.

M-5: punto que se encuentra al costado del edificio pretérito de la facultad de ingenierías.

Metodología para la toma de muestras.

Las muestras son extraídas de los pozos ubicados en la FIC puras de la UANCV, siguiendo el siguiente procedimiento.

1. Se ubicó el punto M-1 para la toma de muestreos en aguas acuífera, procediendo a la apertura del pozo, observando que dichos pozos no

están en mantenimiento ya que se encontraron telarañas suciedad en los contornos.

Figura 6

Apertura del primer pozo de la FICP-UANCV



Nota: Se observa falta de mantenimiento de los pozos FICP

2. Los trabajadores del espacio de condiciones ambientales de la FICP nos orientaron en la recolección de muestras y se encargó de preparar los equipos para las mediciones de los indicadores.

Figura 7

Calibración de equipos de laboratorio.



Nota: personal de laboratorio calibrando los equipos a utilizar.

3. En base a las indicaciones del personal del laboratorio se procedió a tomar las muestras utilizando un balde.

Figura 8

Toma de muestra de aguas subterráneas



Nota: se adecuara un balde para la toma de muestreo en el punto M-1

4. Una vez recolectadas las muestras, procedimos a medir los indicadores en el campo.

Figura 9

Medición de parámetros de campo insitu



Nota: Los indicadores moderados en el lugar fueron: temperatura, pH y conductividades eléctricas; todos los datos se reconocieron en las hojas de campo y en la cadena de custodia proporcional por el recinto

5. Inmediatamente después de las mediciones de los indicadores de campo se provino a tomar los muestreos.

Figura 10

Toma de muestras en los envases de plástico de 500 ml.



Nota: Para la toma de muestras se enjuaga los envases 3 veces con la misma agua acuífera.

6. Las muestras tomadas son dispuestas en un congelador para su conservación.

Figura 11

Conservación de muestras en cooler



Nota: Una vez tomada las muestras se disponen en un cooler para así puedan llevarse al recinto de condición ambiental de la FICP

7. Todos los envases son rotulados por el personal cuidadosamente y atestado de la cadena de custodia para que los muestreos sean trasladados al recinto de condición ambiental.
8. El mismo procedimiento seguido en el primer punto M-1 se seguirán en los puntos M-2, M-3, M-4 y M-5.

Etapa de laboratorio

El estudio de la reunión de indicadores fisicoquímicos se ejecutaron las directrices de Métodos Estándar para el Estudio de Aguas dulces y Remanentes según la APHA, AWWA, WEF, 21ª edición, 2005.

3.3.2. Objetivo 2: Determinar la concentración de los parámetros bacteriológicos el agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la universidad andina Néstor Cáceres Velásquez.

Para alcanzar este objetivo, se consideró:

- ✘ Para la recolección de muestreos se usaron botellas de vidrio asépticos y rotulados de 0,5 L, conforme a las líneas de la APHA (2018). Los receptáculos fueron limpiados con H₂O de la fuente y se introdujeron a una hondura de 20 cm, conservando un ángulo de 30°. Los muestreos fueron marcadas y preparadas para su envío al recinto de control de condición.
- ✘ Para la evaluación de indicadores microbiológicos se esgrimió la técnica del NMP conforme al método 9221 de la APHA (2018), abarcando fases presuntivamente, confirmatorias y perfeccionas para identificar y contar los coli. fecales. Se emplearon cultivos de E. coli y placas con medios selectivas para ejecutar estos estudios.



Etapas de laboratorio

Los indicadores bacteriológicos fueron evaluados siguiendo las pautas de las Sistemáticas Reguladas para el Estudio de Aguas Dulces y Remanentes de la APHA, AWWA, WEF, 21ª edición, 2005.

3.3.3. Objetivo 3: Plantear propuestas de tratamiento para el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Para alcanzar este objetivo se recurrió a la revisión bibliográfica referente al procesamiento de aguas acuíferas, pero en base a los resultados que obtuvimos.

Materiales y equipos

En base a la metodología ya planteada los equipos y los materiales que se ha utilizado en la ejecución de este estudio fueron:

a. Materiales:

- Balde
- soguilla
- Cinta masquen
- Plumón indeleble
- frascos de plástico
- cooler
- vaso de precipitado

b. Equipos e instrumentos:

- GPS.
- Cámara.

- Equipo multiparámetro
- Soluciones tampón para la calibración del multiparámetro

3.4. Técnicas e instrumentos

3.4.1. Técnicas

En el actual estudio se esgrimió las técnicas siguientes de:

- Identificación del área de investigación.
- Observancia directa para la personalización de los puntos a muestrear
- Revisión de bibliografía tanto en físico como digital.

3.4.2. Instrumentos

En base a la metodología trazada en el actual estudio. Los dispositivos con el fin de obtener información fueron las subsiguientes.

En el estudio siguiente se emplearon los equipos:

- Hojas de registro de campo
- Registro de custodia
- Protocolo de control de agua – (ANA, 2016)
- Límites máximos permisibles

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según Díaz, la población de la investigación está compuesta por las diversas aguas acuíferas que conforma los pabellones de la FICP de la UANCV.

3.5.2. Muestra

Según Díaz, es la representación total de las particularidades de la población o universo. El muestreo se obtendrá de cada punto de muestreo y serán muestras de 500 ml de agua acuífera por punto o por cada escuela profesional que lo conforma la facultad.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1. Determinar la reunión que tendrán los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez

De acuerdo con el muestreo y los resultados proporcionados por el laboratorio de condición ambiental de la FICP – UANCV, se obtienen las siguientes derivaciones:

Ubicación de la zona de muestreo:

Departamento : Puno

Provincia : San Román

Distrito : Juliaca

En las tablas siguientes se podrá ver las derivaciones de este objetivo.

Tabla 4

Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-1

Parámetro	Zona de estudio M -1		LMP DS N° 031-2010-SA.
	Unidad	M -1	
Temperatura	°C	14.3	--
Potencial de hidrogeno	Unidad pH	7.5	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm	1263	1500
Solidos Totales disueltos	mg/l	230	1000
Turbidez	NTU	0.5	5
Dureza total	mg/l	540	500
Nitratos	mg/l	0.05	50
Cloruros	mg/l	5.6	250
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	4	= < 1,8 /100 ml

Nota: resultados Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras UANCV

En la tabla se presentan las derivaciones para la zona M-1. El pH muestra un valor de 7.5 unidades, lo que indica que estas aguas son ligeramente alcalinas y desempeñan con los LMP determinados por el DS N° 031-2010-SA. Las conductividades eléctricas tuvieron un valor de 1263 µS/cm, lo que señala una reunión moderada de sales en el agua acuífera, cumpliendo también con lo estipulados por el DS N° 031-2010-SA. Para los STD, que personifican la combinación de minerales, metales, sales, cationes o aniones en el H₂O, el valor encontrado en nuestra investigación fue de 230 mg/l. Este resultado indica una baja reunión de dichos componentes y cumple con los límites concluyentes por el estándar LMP. La turbidez, que refleja el nivel de reducción de la claridad del agua, en el punto M-1 es de 0.5 NTU, un valor significativamente inferior a los límites permitidos por la normativa LMP, lo que sugiere que no ha habido pérdida de

transparencia en el agua acuífera. En cuanto a la dureza total, la reunión medida fue de 540 mg/l, excediendo los límites concluyentes por la normativa LMP, lo cual sugiere que estas aguas acuíferas podrían impartir sabores no deseados, reduciendo su aceptabilidad. Por otro lado, el nivel de nitratos fue de 0.05 mg/l, muy por abajo del límite permitido, probablemente debido a la ausencia de actividades industriales o agrícolas en la zona. Para los cloruros, la reunión obtenida fue de 5.6, que también está muy por debajo de los límites determinados en los LMP. Finalmente, los coli. termotolerantes mostraron manifestaciones de 4 NMP/100 ml, lo que excede los LMP, sugiriendo que estas aguas acuíferas podrían estar contaminadas con aguas remanentes o desechos en descomposición, y también indican la presencia de coli. fecales, en particular *Escherichia coli*.

Tabla 5*Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-2*

Parámetro	Zona de estudio M -2		LMP DS N° 031-2010- SA.
	Unidad	M -2	
Temperatura	°C	14.2	--
Potencial de hidrogeno	Unidad pH	7.7	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm	129	1500
Solidos Totales disueltos	mg/l	5	1000
Turbidez	NTU	215	5
Dureza total	mg/l	0.6	500
Nitratos	mg/l	497	50
Cloruros	mg/l	0.03	250
Coliformes termotolerantes	NMP/100m l	9	= < 1,8 /100 ml

Nota: resultados Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras UANCV



En la tabla se puede observar las derivaciones expresadas para la zona M-2, en los resultados el pH tiene un valor de 7.7 unidades de pH mostrándonos que estas aguas son ligeramente alcalinas y que se hallan adentro de los LMP puesto por el DS N° 031-2010-SA. Para las conductividades eléctricas el valor obtenido fue de 1295 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicándonos que la existencia de sales en el agua acuífera es regular y cuya reunión está inmerso adentro de lo determinado por DS N° 031-2010-SA. Para los STD se sabe que es la suma de metales, minerales, sales, aniones diluidos o cationes en el H₂O, en este sentido el valor encontrado en nuestra investigación se observa que tiene un valor de 215 mg/l indicándonos la baja reunión de minerales, sales, etc, a su vez indicar que se encuentra dentro de la normatividad LMP. La turbidez que muestra el grado de pérdida de transparencia del H₂O para la investigación en el punto M-2 es de 0.6 NTU valor muy por debajo de lo establecido por los LMP e indicándonos que no hubo una pérdida de transparencia del agua acuífera. En referencia a la dureza total la reunión obtenida fue de 497 mg/l no superando la normatividad LMP pero estando en un límite para no hacerlo pudiendo indicándonos que dichas aguas acuíferas pueden provocar sabores desagradables en el agua, lo que reduce la aceptabilidad. Los nitratos el valor obtenido fue de 0.03 mg/l muy por debajo de lo permitido en la normativa de los LMP esto se explica por la ausencia de actividad industrial en la localidad como la agricultura la industrial. Para los cloruros la reunión que se obtuvo fue de 7.4 mg/l también muy por debajo de lo indicado en los LMP y por último tenemos a los coliformes termotolerantes con concentraciones de 9 NMP/100ml indicándonos que sobrepasa los LMP e indicándonos que estas aguas acuíferas pueden estar contaminadas con H₂O negras u otro tipo de restos en desintegración y a su vez indicándonos la existencia de coliformes fecales específicamente la *Escherichia coli*.

Tabla 6*Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-3*

Parámetro	Zona de estudio M -3		LMP DS N° 031-2010-SA.
	Unidad	M -3	
Temperatura	°C	14	--
Potencial de hidrogeno	Unidad pH	7.3	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm	1302	1500
Solidos Totales disueltos	mg/l	225	1000
Turbidez	NTU	0.4	5
Dureza total	mg/l	520	500
Nitratos	mg/l	0.05	50
Cloruros	mg/l	4.9	250
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	4	= < 1,8 /100 ml

Nota: resultados Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras UANCV

En la tabla se puede observar las derivaciones para la zona M-3, en los resultados el pH tiene un valor de 7.3 unidades de pH mostrándonos que estas aguas son ligeramente alcalinas y que se hallan adentro de los LMP puesto por el DS N° 031-2010-SA. Para las conductividades eléctricas el valor obtenido fue de 1302 µS/cm indicándonos que la existencia de sales en el agua acuífera es regular y cuya reunión está inmerso adentro de lo determinado por DS N° 031-2010-SA. Para los STD se sabe que es la adición de metales, minerales, sales, aniones O cationes disueltos en el H₂O, en este sentido el valor encontrado en nuestra investigación se observa que tiene un valor de 225 mg/l indicándonos la baja reunión de minerales, sales, etc, a su vez indicar que se encuentra dentro de la normatividad LMP. La turbidez que muestra el grado de perdida de transparencia del H₂O para la investigación en el punto M-3 es de 0.4 NTU valor muy por debajo de lo establecido por los LMP e indicándonos que no hubo una pérdida de

transparencia del agua acuífera. En referencia a la dureza total la reunión obtenida fue de 520 mg/l superando la normatividad LMP indicándonos que dichas aguas acuíferas pueden provocar sabores desagradables en el agua, lo que reduce la aceptabilidad. Los nitratos el valor obtenido fue de 0.05 mg/l muy por debajo de lo permitido en la normativa de los LMP esto debido a que en la zona no existe actividad industrial como la agricultura la industrial. Para los cloruros la reunión que se obtuvo fue de 4.9 mg/l también muy por debajo de lo indicado en los LMP y por último tenemos a los coliformes termotolerantes con concentraciones de 4 NMP/100ml indicándonos que sobrepasa los LMP e indicándonos que estas aguas acuíferas pueden estar contaminadas con H₂O negras u otro tipo de restos en desintegración y a su vez indicándonos la existencia de coliformes fecales específicamente la *Escherichia coli*.

Tabla 7

Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-4

Parámetro	Zona de estudio M -4		LMP DS N° 031-2010-SA.
	Unidad	M -4	
Temperatura	°C	14.2	--
Potencial de hidrogeno	Unidad pH	7.6	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm	1348	1500
Solidos Totales disueltos	mg/l	240	1000
Turbidez	NTU	0.7	5
Dureza total	mg/l	495	500
Nitratos	mg/l	0.04	50
Cloruros	mg/l	5.3	250
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	4	= < 1,8 /100 ml

Nota: resultados Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras UANCV



En la tabla se puede observar las derivaciones para la zona M-4, en los resultados el pH tiene un valor de 7.6 unidades de pH mostrándonos que estas aguas son ligeramente alcalinas y que se hallan adentro de los LMP puesto por el DS N° 031-2010-SA. Para las conductividades eléctricas el valor obtenido fue de 1348 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicándonos que la existencia de sales en el agua acuíferas es regular y cuya reunión está inmerso adentro de lo determinado por DS N° 031-2010-SA. Para los STD se sabe que es la adición de minerales, metales, aniones, sales o cationes diluidos en el H₂O, en este sentido el valor encontrado en nuestra investigación se observa que tiene un valor de 240 mg/l indicándonos la baja reunión de minerales, sales, etc, a su vez indicar que se encuentra dentro de la normatividad LMP. La turbidez que muestra el grado de pérdida de transparencia del H₂O para la investigación en el punto M-4 es de 0.7 NTU valor muy por debajo de lo establecido por los LMP e indicándonos que no hubo una pérdida de transparencia del agua acuífera. En referencia a la dureza total la reunión obtenida fue de 495 mg/l no superando la normatividad LMP. Los nitratos el valor obtenido fue de 0.04 mg/l muy por debajo de lo permitido en la normativa de los LMP esto se debe a que en la localidad no hay actividad industrial como la agricultura la industrial. Para los cloruros la reunión que se obtuvo fue de 5.3 mg/l también muy por debajo de lo indicado en los LMP y por último tenemos a los coliformes termotolerantes con concentraciones de 4 NMP/100ml indicándonos que sobrepasa los LMP e indicándonos que estas aguas acuíferas pueden estar contaminadas con H₂O negras u otro tipo de restos en desintegración y a su vez indicándonos la existencia de coliformes fecales específicamente la *Escherichia coli*.

Tabla 8*Resultados fisicoquímicos y bacteriológicos M-5*

Parámetro	Zona de estudio M -5		LMP DS N° 031-2010-SA.
	Unidad	M -5	
Temperatura	°C	14.4	--
Potencial de hidrogeno	Unidad pH	7.4	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	µS/cm	1205	1500
Solidos Totales disueltos	mg/l	221	1000
Turbidez	NTU	0.4	5
Dureza total	mg/l	510	500
Nitratos	mg/l	0.02	50
Cloruros	mg/l	6.4	250
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	9	= < 1,8 /100 ml

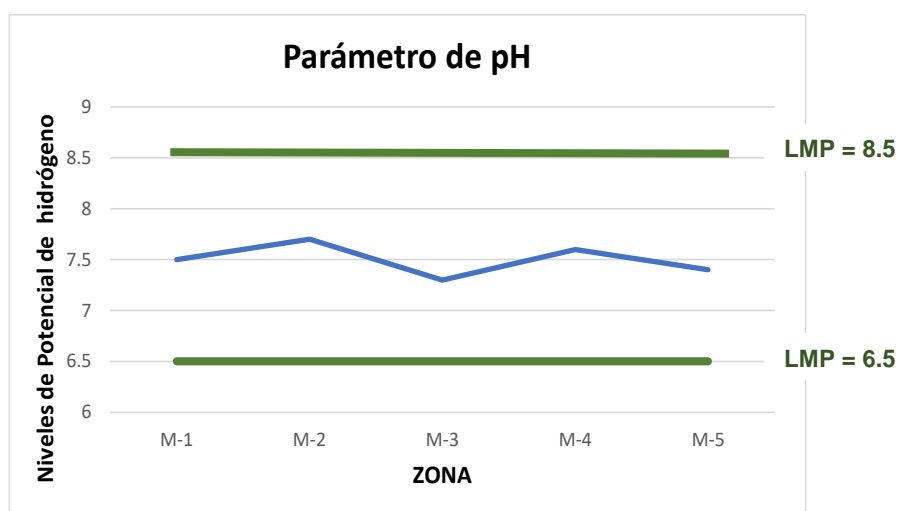
Nota: resultados Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras UANCV

En la tabla se puede observar las derivaciones para la zona M-5, en los resultados el pH tiene un valor de 7.4 unidades de pH mostrándose que estas aguas son ligeramente alcalinas y que se hallan adentro de los LMP puesto por el DS N° 031-2010-SA. Para las conductividades eléctricas el valor obtenido fue de 1205 µS/cm indicándonos que la existencia de sales en el agua acuífera es regular y cuya reunión está inmerso adentro de lo determinado por DS N° 031-2010-SA. Para los STD se sabe que es la adición de minerales, metales, aniones, sales o cationes disueltos en el H₂O, en este sentido el valor encontrado en nuestra investigación se observa que tiene un valor de 221 mg/l indicándonos la baja reunión de minerales, sales, etc, a su vez indicar que se encuentra dentro de la normatividad

LMP. La turbidez que muestra el grado de pérdida de transparencia del H₂O para la investigación en el punto M-5 es de 0.4 NTU valor muy por debajo de lo establecido por los LMP e indicándonos que no hubo una pérdida de transparencia del agua acuífera. En referencia a la dureza total la reunión obtenida fue de 510 mg/l superando la normatividad LMP. Los nitratos el valor obtenido fue de 0.02 mg/l muy por debajo de lo permitido en la normativa de los LMP esto debido a que en la zona no existe actividad industrial como la agricultura la industrial. Para los cloruros la reunión que se obtuvo fue de 6.4 mg/l también muy por debajo de lo indicado en los LMP y por último tenemos a los coliformes termotolerantes con concentraciones de 9 NMP/100ml indicándonos que sobrepasa los LMP e indicándonos que estas aguas acuíferas pueden estar contaminadas con H₂O negras u otro tipo de restos en desintegración y a su vez indicándonos la existencia de coliformes fecales específicamente la *Escherichia coli*.

Figura 12

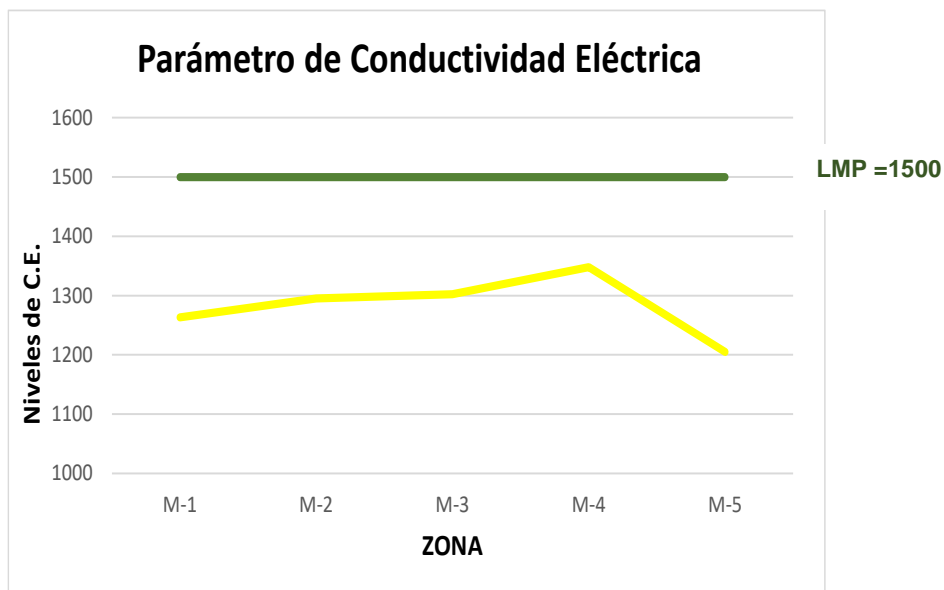
Relación del valor de pH con los LMP



Nota: Se nota que, en todos los lugares de muestra de la FICP de la UANCV, estas aguas acuíferas son aptas para la ingesta en relación a este parámetro.

Figura 13

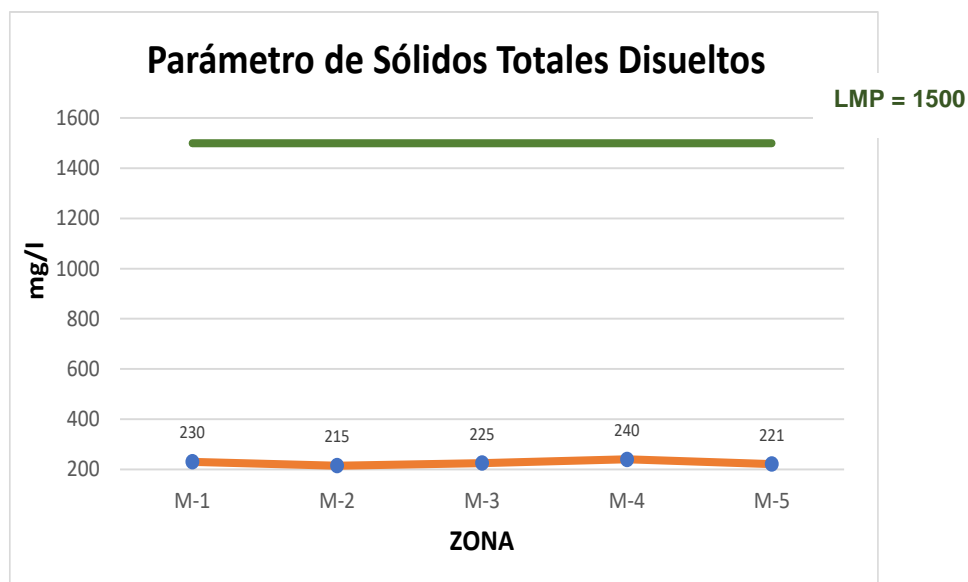
Relación del valor de la conductividad eléctrica con los LMP



Nota: se puede ver que, en todos los lugares de muestra de la FICP de la UANCV, estas aguas acuíferas son aptas para la ingesta en relación a este parámetro.

Figura 14

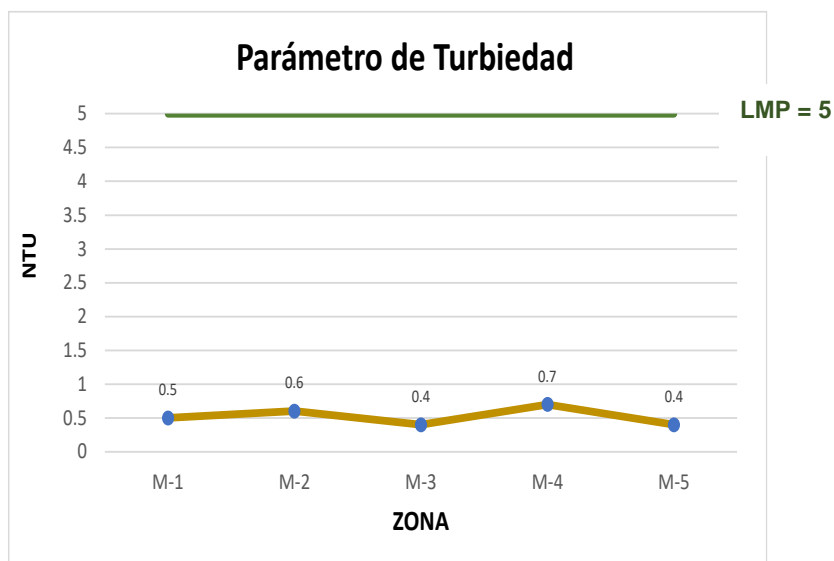
Relación del valor de pH con los LMP



Nota: se constata que, en todos los sitios de muestreo de FICP de la UANCV, estas aguas acuíferas son adecuadas para la ingesta según este parámetro.

Figura 15

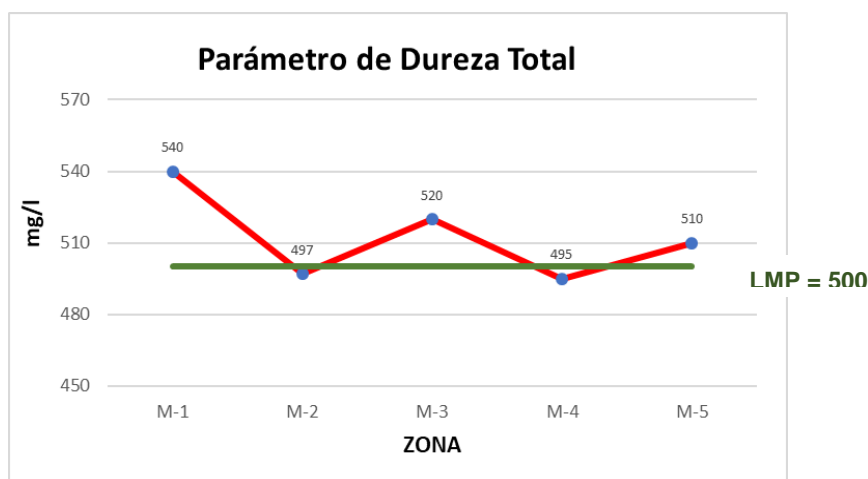
Relación del valor de Turbiedad con los LMP



Nota: se advierte que, en todos los puntos de muestra de la FICP de la UANCV, estas aguas acuíferas son adecuadas para la ingesta según este parámetro.

Figura 16

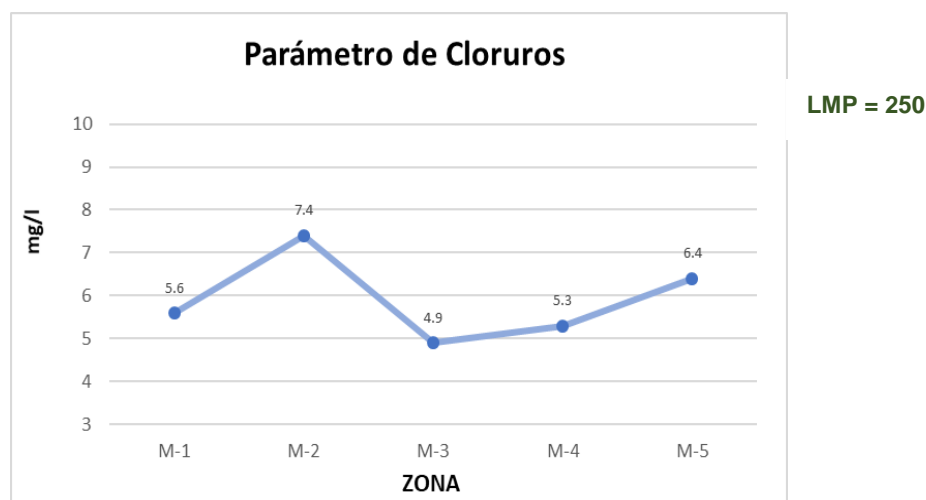
Relación del valor de Dureza total con los LMP



Nota: se nota que, en todos los sitios de muestra de la FICP de la UANCV, estas aguas acuíferas son adecuadas para la ingesta en relación con los puntos M-2 y M-4, mientras que en los puntos M-1, M-3 y M-5, estas aguas no son apropiadas para ingesta humana.

Figura 17

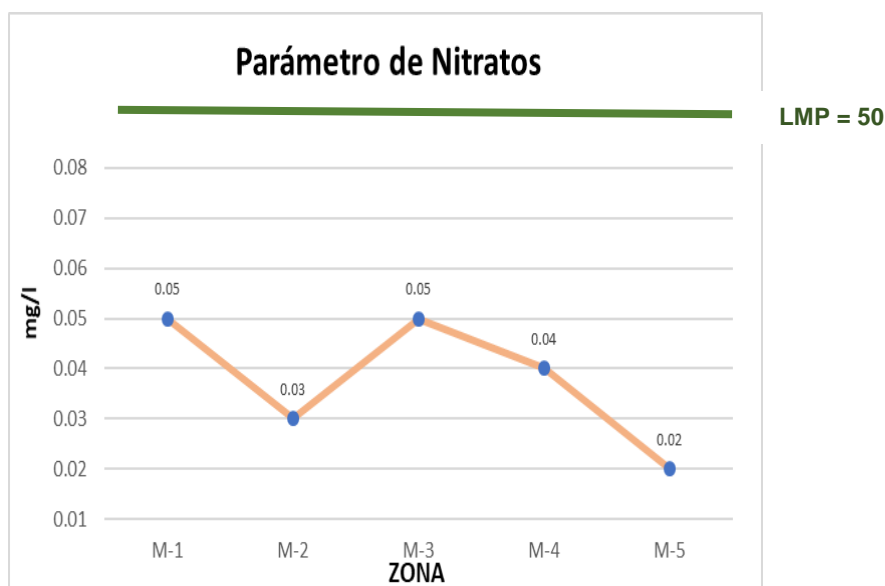
Relación del valor de los cloruros con los LMP



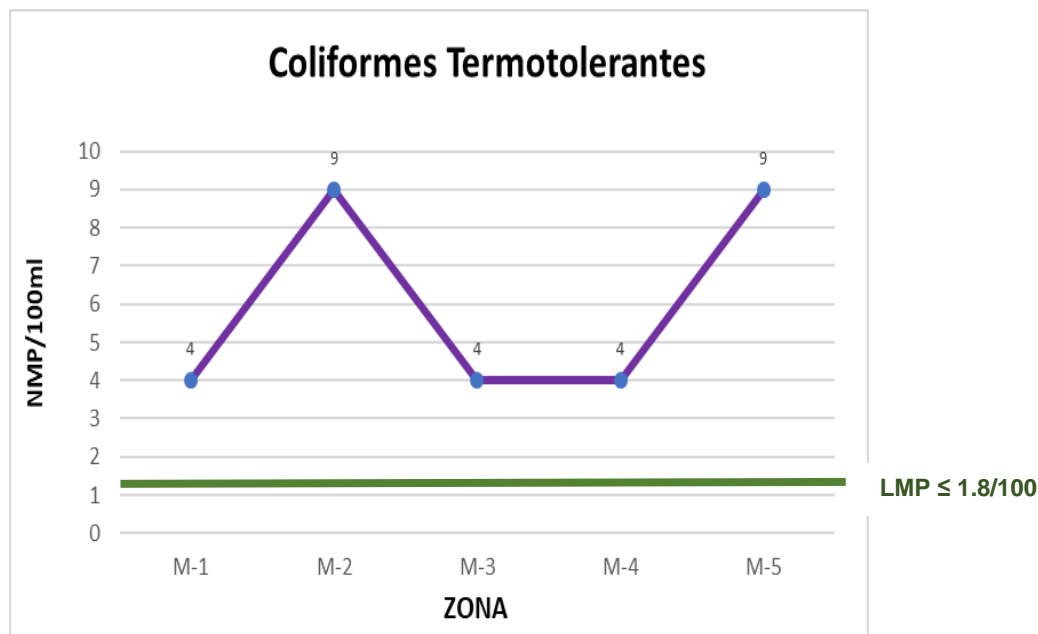
Nota: se evidencia que, en todos los lugares de muestra de la FICP de la UANCV, estas aguas acuíferas son propicias para la ingesta en relación a este parámetro.

Figura 18

Relación del valor de los Nitratos con los LMP



Nota: se nota que, en todos los sitios de muestra de la FICP de la UANCV, estas aguas acuíferas son adecuadas para la ingesta según este parámetro.

Figura 19*Relación del valor de los Coliformes termotolerantes con los LMP*

Nota: se advierte que, en todos los sitios de muestra de la FICP de la UANCV, estas aguas acuíferas no son apropiadas para la ingesta en relación al parámetro de coliformes termotolerantes.

4.1.2. Plantear propuestas de tratamiento para el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Basándose a los resultados obtenidos podemos indicar que las aguas acuíferas de la FICP tienen dos problemas para ser idóneas para ingesta humana, una es la dureza del agua y otra es la parte microbiológica, para ellos se proponen los siguientes sistemas de procesamiento.

Para aguas duras:

Sistemas de tratamiento de aguas duras



Las aguas duras se pueden procesar con:

Descalcificadores de intercambio iónico que esgrimen un intercambio de iones para eliminar los minerales en exceso.

Estas unidades emplean resinas sintéticas (partículas plásticas artificiales) que sustituyen los minerales duros del agua por sodio (presente en las resinas). Cuando el agua dura circula a través y alrededor de las resinas, los minerales duros del agua se adhieren a las resinas, desplazando a los iones de sodio de las resinas, que se liberan en el agua. Este proceso se conoce como «intercambio de iones». Cuando las resinas se quedan sin iones de sodio, están agotadas, no pueden suavizar más el agua. Las resinas se recargan de nuevo con un lavado de agua salada.

Los iones de sodio rechazan los iones de los minerales duros presentes en las resinas, y las resinas están preparadas para reiniciar el proceso de intercambio y suavizado. El exceso de sodio es eliminado a lo largo del enjuague de recarga.

Este sistema de purificación de aguas duras es sumamente eficiente en la eliminación del carbonato de calcio, responsable de depósitos y adherencias en las tuberías de conducción y sistemas de H₂O.

Aplicaciones

A pesar de que su aplicación en el hogar es bastante común, este sistema de procesamiento de aguas duras fue desarrollado para fines industriales. Es perfecto para autoclaves, calderas y sistemas de enfriamiento. No recomendamos su uso para el procesamiento de agua potable.



Sistemas de ósmosis inversa, que filtran el agua para eliminar las impurezas.

Descalcificadores que utilizan ondas electromagnéticas para evitar la acumulación de minerales.

Sistemas para el tratamiento de aguas con contaminación microbiológica

Los microorganismos patógenos pueden ser eliminados mediante métodos químicos o físicos.

Procesos químicos para el tratamiento de aguas

- Cloración desinfectante
- Desinfección por ozono
- Desinfección con compuestos de cloro

Procesos físicos para el tratamiento de aguas

- Desinfección por LUZ ULTRAVIOLETA

Desde nuestra perspectiva, las alternativas más asequibles para el uso doméstico en la potabilización de agua son:

Desinfectar con Cloro

Se mete cloro en el aljibe de acopio o en la tubería de suministro hacia el depósito de almacenamiento o consumo. La cantidad de cloro se regula mediante la instalación de una bomba dosificadora. La dosis requerida debe ser determinada por personal capacitado, teniendo en cuenta el volumen de agua a procesar, las



características del agua según el análisis realizado y las especificaciones de la instalación. Es esencial llevar a cabo un mantenimiento riguroso de la bomba dosificadora, ya que el cloro puede hacer que las membranas de dosificación se cristalicen, requiriendo su limpieza o reemplazo con cierta frecuencia.

Sin embargo, el cloro es venenoso y puede formar compuestos nocivos al combinarse con materia orgánica en el H₂O. Por lo tanto, la cloración en el hogar es un proceso delicado que, si decides llevar a cabo, debe realizarse con gran precaución y siguiendo las recomendaciones de un profesional con experiencia en el procesamiento de aguas.

Asimismo, es crucial tener gran cuidado al manejar y almacenar el cloro, que siempre debe guardarse en un lugar cerrado con llave. Evita almacenar los envases de cloro líquido en áreas expuestas al sol o a fuentes de calor.

Si se elige la cloración como método de desinfección, recomendamos instalar un filtro de celulosa en el punto de ingesta para cocinar y beber, para eliminar impurezas como las bacterias muertas que tienden a acumularse, así como un filtro de carbón activado que elimine el cloro remanente y sus compuestos secundarios (como trihalometanos).

Desinfectar con Luz Ultravioleta

La radiación ultravioleta es un método desinfectante que, mediante una tecnología simple, sin añadir ni extraer nada del agua, elimina la polución microbiológica. El proceso consiste en hacer fluir el agua a través de una cámara con una lámpara que emite luz ultravioleta, resultando en la destrucción inmediata y segura de todos los microorganismos, sin cambiar la composición del agua, ya que no deja residuos.



Los rayos ultravioletas son una de las bandas del espectro electromagnético, específicamente la banda que se encuentra entre 10 y 400 nanómetros, limitando con la luz visible y los rayos X. La luz UV daña los ácidos nucleicos de los microorganismos, bloqueando su reproducción celular y causando efectos mortales para bacterias, virus, levaduras y esporas.

Ventajas de la LUZ Ultravioleta

- No requiere tiempo de exposición: el efecto desinfectante es instantáneo.
- No cambia ni altera la composición química del agua.
- No genera subproductos nocivos.
- No degrada las instalaciones.
- Sin peligro al manipularlo.
- Fácil de colocar.

Para determinar el tamaño y las especificaciones del equipo de rayos ultravioleta se considerará:

- El flujo de agua a procesar
- La presencia de polución microbiana
- Las propiedades generales del agua a procesar
- Destino del agua procesada

Nuestra sugerencia para procesar agua con polución microbiológica es, sin duda, el uso de lámparas germicidas (de luz UV). Este método de desinfección es muy amplio y versátil, y siempre ofrece la ventaja de no necesitar cloro ni productos químicos similares.



4.2. Discusiones

Lima Marroquin en el 2021 realiza el "Evaluación de la condición del H₂O potable de pozos situados en la Universidad de San Carlos de Guatemala, de acuerdo con la normativa COGUANOR 29 001", evaluó 5 pozos mecánicos situados adentro del campus central de la U de San Carlos. En nuestra investigación también se evaluó 05 pozos ubicados dentro de la UANCV. Lima determina que la conductividad derivada en cada una de los muestreos se halla adentro de los LP estimados idóneos para la ingesta humana, obteniéndose un resultado 281,17 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 361,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con que se deriva que hay una baja existencia de minerales diluidos. En la investigación realizada nosotros encontramos valores de 1205 – 1348 $\mu\text{S}/\text{cm}$, al igual que lima también podemos indicar que están dentro de los LMP y son Idóneas para la ingesta. Lima y al igual que nosotros, en los resultados del pH muestran que los mismos se hallan adentro de los LP estimados idóneos para ingesta humana (6,5 a 8,5), en referencia a los sólidos totales diluidos Lima obtiene valores de 148,67 mg/L y 191,00 mg/L valores cercanos a nuestra investigación (215 – 240 mg/l) estando dentro de la normatividad en ambos casos. Una turbidez del agua de 59,630 NTU sugiere una alta existencia de disueltas de gases y partículas suspendidas, sólidos y líquidos, así orgánicos como inorgánicos, en el pozo mecánico, en cambio los valores obtenidos por nosotros son mucho menores a lo establecido en la normatividad, esto debido a la no presencia de actividad antropogénica en la UANCV. Para la dureza total fue de 103,00 mg/L y 136,00 mg/L se deriva que el comprendido de calcio (y en mínima medida de magnesios) desleído es elocuentemente bajo, en cambio la dureza total en nuestra investigación en dos puntos de ellos es elevados y requieren ser tratados. Además, Lima indica que los análisis bacteriológicos



revelan para coliformes fecales y E. Coli, fue de 18,15 NMP en promedio y su comparación con el clase límite de narración determinado por la ISO 4831:2006 (R2015) de <2- <3 NMP. Al igual que Lima nuestra investigación determina que los coliformes termotolerantes son elevados en referencia al D.S. N° 031-2010-SA siendo este un indicio de contaminación, Lima y a la vez nosotros llegamos a la misma conclusión. que es totalmente factible esgrimir este tipo de H2O para la ingesta humana.

Ulloa en 2019 en su estudio titulado "Estudio físico-químico del agua potable consumida en el centro universitario de la UNT - Departamento "La Libertad"- Analizó 22 muestreos de agua dulce, Determinando la turbidez mediante los métodos nefelométricos, la temple con el método termométrico, los ST a través del método de vaporización, el pH utilizando los métodos potenciométricos, la alcalinidad total por alcalimetrías, la endurecimiento total con el método de Versenato, los cloruros mediante el método de Mohr, los nitratos usando el método de fenol disulfónico y el amoníaco con el método de Nessler. Las derivaciones conseguidas fueron: turbidez 3,23 NTU; temple 21,17 °C; alcalinidad total 152,68 mg/L CaCO₃; ST 1292,6 mg/L; pH 6,59; endurecimiento total 348,11 mg/L CaCO₃; cloruros 124,802 mg/L CL; amoníaco y nitratos, negativos. Se concluye que el H2O dulce para la ingesta en la Universidad cumple con los estándares de condición. Al igual que Ulloa en nuestra investigación se utilizó los mismos métodos para la determinación de los parámetros fisicoquímicos, a diferencia de Ulloa nosotros solo trabajamos con una facultad y no con todo el campus de la UANCV y a diferencia de Ulloa las derivaciones de los indicadores desarrollados indican que estas H2O no son idóneas para ingesta humana.



CONCLUSIONES

1. Llegamos a concluir para la primera finalidad que la reunión de los estándares fisicoquímicos del agua acuífera de la FICP de la UANCV, para pH está en un rango de 7.3 – 7.7, C.E 1205 – 1348 $\mu\text{S}/\text{cm}$, STD 215 – 240 mg/l, Turbidez 0.4 – 0.7, Dureza total 497-540 mg/l, Nitrato 0.02 – 0.05 mg/l, Cloruros 5.3 – 7.4 mg/l.
2. Llegamos a concluir para el segundo objetivo que la reunión de los coliformes termotolerantes en H₂O acuífera de la FICP de la UANCV están en un rango de reunión de 4 – 9 NMP/100ml.
3. Se ultima en base a las derivaciones que la dureza total y los parámetros microbiológicos no cumplen con la normatividad por ende se sugiere realizar un sistema de procesamiento con Descalcificadores de cambio iónico que esgrimen un cambio de iones para excluir los minerales en abundancia, esto para el caso de la dureza total y una desinfección con cloro (dosificadores, pero también el cloro es toxico) o desinfección por Luz Ultravioleta (no es toxico).
4. Como conclusión general podemos indicar que, de acuerdo a la evaluación de las características del agua acuífera de la FICO de la UANCV Juliaca están no son idóneas para la ingesta humana y tampoco para el uso en equipos de laboratorio.



RECOMENDACIONES

1. A los estudiantes investigadores interesados en temas parecidos se les recomienda realizar un diagnóstico del sistema de suministro del H₂O de la FCIP.
2. Para los futuros tesisistas se les recomienda plantear una investigación para someter la dureza total de aguas acuíferas de la FCIP.
3. A futuros investigadores también recomendarles realizar pruebas de procesamiento para la desinfección de las aguas de FCIP.
4. A futuros investigadores recomendarles tener en cuenta la reunión de metales solidos en futuras investigaciones en aguas acuíferas de la FCIP.

BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Gráfica Industrial Alarcon S.R.L.
- Apaza, Y. A. (2022). *Sistema combinado de filtro rotativo y biofiltro empacado de hydrocotyle vulgaris para el tratamiento de aguas residuales, Cabanillas, Puno - 2022*. Repositorio Universidad César Vallejo.
doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12692/106372>
- Aquae Fundación*. (04 de Febrero de 2022). Obtenido de
<https://www.fundacionaquae.org/wiki/las-aguas-subterraneas/>
- Barrenechea Martel, A. (s.f.). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*.
- Bayona, D. (2016). *Evaluación de la aptitud remediadora de la especie Eichhornia Crassipes del rio Chira para el tratamiento de aguas servidas en la planta de tratamiento de aguas residuales El Indio*. Repositorio Universidad Alas Peruanas. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12990/1925>
- Campillo, A., & Vargas Martínez, O. (2024). *Capacitación en monitoreo y evaluación de aguas subterráneas e isotopía geológica*.
- Característicass.de*. (s.f.). Obtenido de <https://www.caracteristicass.de/aguas-subterraneas/>
- Carhua, A., & Huancas, W. (2020). *Revisión y análisis de la Eficiencia de Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) y Papiro (Cyperus papyrus) en aguas residuales domésticas*. Repositorio Universidad Peruna Unión.
doi:<http://hdl.handle.net/20.500.12840/3290>
- D.W., C., & D.W., B. (Abril de 2001). *IGRAC*. Obtenido de <https://www.unigrac.org/es/es/que-es-agua-subterranea>



Dirección General de Salud Ambiental. (s.f.). *Grupo de Estudio Técnico Ambiental*

- *Parametros a evaluar.*

Escobar Molina, K. (2024). *Concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de pozos del centro poblado de Vilcachile, Ilave, 2023.* Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.

Gallardo López, R., & Guerrero Villoslada, E. (2022). *Caracterización fisicoquímica del agua del manantial "la meseta" destinada al consumo humano, San Miguel.* Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca - Perú.

Gallardo López, R., & Guerrero Villoslada, E. (2022). *Caracterización fisicoquímica del agua del manantial La Meseta destinada al consumo humano, San Miguel -2022.* Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca - Perú.

Hernández, R., & Fernández, C. (2018). *Metodología de la investigación.* Mexico: MCGRAW-HILL.

Iberdrola. (s.f.). Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/aguas-subterranas>

Lenntech. (2018). *Tratamiento y purificación del agua.* Obtenido de <https://n9.cl/n98dm6>

(2005). *Ley General del Ambiente.* MINAM.gob.pe. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

Lima Marroquín, O. (2021). *Diagnóstico de la calidad del agua potable de los pozos localizados en el campus central de la universidad de San Carlos de*



- Guatemala conforme a la norma Coguanor 29 001 y propuesta de acondicionamiento.* Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Márquez, A. (18 de Diciembre de 2020). *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-subterraneeas-3159.html>
- MINAM. (2005). *Ley General del Ambiente*. Obtenido de chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfdmadadm/ <https://n9.cl/won706>
- Neira Gutiérrez, M. (2006). *Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, impactos y medidas de mitigación. Estudio de caso: Chile*. Chile.
- Ordóñez Galvez, J. (2011). *Aguas subterráneas - Acuíferos*. SENAMHI, Lima - Perú.
- Organización Mundial de la Salud. (1998). *Guías para la calidad del agua potable*. Obtenido de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1
- Pérez Martínez, M. (2022). *Evolución de contaminantes en aguas subterráneas y su impacto sobre edificaciones universitarias (hidrogeoquímica e hidrogeología)*. Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolas de los Garza.
- Quispe Quelca, H. (2012). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos en aguas subterráneas y tratadas en la empresa ELVIMAR S.R.L.* Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia.
- Reyes García, M., & Rivas Cubias, B. (2019). *Determinación de las propiedades fisicoquímicas del agua potable que se suministra en las Facultades de la Universidad de El Salvador sede central*. Universidad El Salvador, San Salvador - El Salvador.



Sierra Ramirez, C. (2011). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Colombia: Ediciones de la U.

Sigler, A., & Bauder, J. (2015). *Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales*.

Obtenido de <https://n9.cl/ex2nr>

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*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca - Perú.

Sotil, H. (2017). *Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (_coliformes totales y termotolerantes) en el lago de Moronacocha*.

Repositorio Universidad Científica del Perú. doi: <https://n9.cl/yw5f1d>

Trujillo Guzman, E. (2024). *Evaluación de la calidad del agua, destinada para consumo humano en los centros poblados de Palmeras y Loreto, distrito de Chontabamba – Oxapampa*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco - Perú.

Ulloa Guevara, R. (2019). *Determinación físico-química del agua potable que se consume en el campus universitario de la Universidad Nacional de Trujillo - Departamento "La Libertad"- Perú*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo - Perú.

Vasquez Pérez, S. (2018). *Diagnóstico del uso y requerimiento de agua potable en el campus de la UNALM y propuestas de cobertura*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú.

Vilca Vilca, U. (2022). *Características microbiológicas de los pozos de agua subterráneas en el consumo humano de la urbanización Villa las palmeras Chilla – Juliaca, 2021*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.



Villafuerte López, I., Proaño Intriago, J., & Rodríguez Navarrete, A. (2020).

Implementación de un sistema de depuración de agua potable para el uso en universidades. *Journal of Business and Entrepreneurial Studie*, 4(2).

doi:<https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.76>

Wikipdia. (s.f.). Obtenido de www.wikipedia.com



ANEXOS



Anexo 1.

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
GENERAL: ¿Cuáles serán las características del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras universidad andina Néstor Cáceres Velásquez Juliaca 2024?	GENERAL: Evaluar las características del agua subterránea de la facultad de Ingeniería y Ciencias Puras UANCV Juliaca 2024.	Nuestro estudio se centra sobre todo en ofrecer explicaciones, mientras que los estudios descriptivos pretenden principalmente adquirir hechos sin necesidad de formular hipótesis.	Variable independiente (VI) Calidad del agua subterránea	- Parámetros fisicoquímicos - Parámetros bacteriológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • PH • Conductividad eléctrica • Turbidez • STD • Dureza total • Cloruros • Coliformes termotolerantes 	<ul style="list-style-type: none"> • °C • und. pH • µS/cm • UNT • mg/L • mg/L • mg/L • mg/l • NMP/100mL
ESPECIFICO: - ¿Qué concentración tendrán los parámetros fisicoquímicos el agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras UANCV? - ¿Qué concentración tendrán los parámetros bacteriológicos el agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV? - ¿Qué propuestas de tratamiento se podrán plantear para el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras UANCV?	ESPECIFICO: - Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras UANCV. - Determinar la concentración de los parámetros bacteriológicos el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras de la UANCV. - Plantear propuestas de tratamiento para el agua subterránea de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras UANCV.		Variable dependiente (VD) Agua subterránea			



Anexo 2.

Resultados obtenidos del análisis en laboratorio



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

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LC 078 – 24

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Aldo Arpasi Mamani
 1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUÉZ JULIACA 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
 2.2. **Numero de muestras** : 05
 2.3. **Muestreado por** : Aldo Arpasi Mamani
 2.4. **Fecha de ensayo** : 03/08/2024
 2.5. **Departamento** : Puno
 2.6. **Provincia** : San Román
 2.7. **Distrito** : Juliaca
 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Ubicación	Fecha de muestreo	Hora
M - 1	E: 380209 N: 8282370	02/08/2024	08:00
M - 2	E: 380170 N: 8282371	02/08/2024	08:20
M - 3	E: 380251 N: 8282365	02/08/2024	08:40
M - 4	E: 380215 N: 8282360	02/08/2024	09:00
M - 5	E: 380514 N: 8282355	02/08/2024	09:30



III.RESULTADOS

Parámetro	Unidad	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Temperatura	°C	14.3	14.2	14.0	14.2	14.4
Potencial de hidrogeno	Unid. de pH	7.5	7.7	7.3	7.6	7.4
Conductividad eléctrica	µS/cm	1263	1295	1302	1348	1205
Solidos totales disueltos	mg/L	230	215	225	240	221
Turbidez	NTU	0.5	0.6	0.4	0.7	0.4
Dureza total	mg/L	540	497	520	495	510
Nitratos	mg/L	0.05	0.03	0.05	0.04	0.02
Cloruros	mg/L	5.6	7.4	4.9	5.3	6.4
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	4	9	4	4	9
Arsénico	mg/L	0.1821	0.1796	0.1740	0.1800	0.1849
Cadmio	mg/L	0.0142	0.0136	0.0149	0.0137	0.0130
Calcio	mg/L	57.6	60.7	65.7	58.2	63.0
Magnesio	mg/L	14.6	15.7	16.7	15.4	16.4
Manganeso	mg/L	0.04500	0.04300	0.04182	0.04710	0.04461
Potasio	mg/L	10.5	10.1	10.4	10.3	10.0

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, 12 de agosto del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"


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

Anexo 3.

Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Tabla 3:
Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacteria coliformes totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
E. Coli	UFC/100 mL a 44.5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44.5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos	Nº org/L	0 (*)
Virus	UFC /mL	0 (*)
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estados evolutivos	Nº org/L	0 (*)

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1.8 /100 ml

Fuente: (D.S. N° 031-2010-SA, 2011)

Tabla 4:
Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor		Aceptable
Sabor		Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad 25°C	µmho/cm	1500
SDT	mg/L	1000
Cloruro	mg Cl/L	250
Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ /L	250
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	500
Amoniaco	mg N/L	1.5
Hierro	mg Fe/L	0.3
Manganeso	mg Mn/L	0.4
Aluminio	mg Al/L	0.2
Cobre	mg Cu/L	2
Zinc	mg Zn/L	3
Sodio	mg Na/L	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: (D.S. N° 031-2010-SA, 2011)

Tabla 5:
Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Antimonio	mg Sb/L	0.02
Arsénico (nota 1)	mg As/L	0.01
Bario	mg Ba/ L	0.7
Boro	mg B/L	1.5
Cadmio	mg Cd/L	0.003
Cianuro	mg CN/L	0.07
Cloro (nota 2)	mg Cl/L	5
Clorito	mg/L	0.7
Clorato	mg/L	0.7
Cromo total	mg Cr/L	0.05
Flúor	mg F/L	1
Mercurio	mg Hg/L	0.001
Niquel	mg Ni/L	0.02
Nitratos	mg (NO ₃)/L	50
Nitritos	mg (NO ₂)/L	3.00 Exposición corta 0.20 Exposición larga
Plomo	mg Pb/L	0.01
Selenio	mg Se/L	0.010
Molibdeno	mg Mo/L	0.07
Uranio	mg U/L	0.015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Trihalometanos totales (nota 3)	mg/L	1
Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mg/L	0.01
Aceites y grasas	mg/L	0.5
Alacloro	mg/L	0.020
Aldicarb	mg/L	0.010
Aldrin y dieldrin	mg/L	0.00003
Benceno	mg/L	0.010
Clordano (total de isómeros)	mg/L	0.0002
DDT (total de isómeros)	mg/L	0.001
Endrin	mg/L	0.0006
Gamma HCH (lindano)	mg/L	0.002
Hexaclorobenceno	mg/L	0.001
Heptacloro y heptacloroepóxido	mg/L	0.00003
Meloxicloro	mg/L	0.020



Pentaclorofenol	mg/L	0.009
2,4-D	mg/L	0.030
Acilamida	mg/L	0.0005
Epiclorhidrina	mg/L	0.0004
Cloruro de vinilo	mg/L	0.0003
Benzopireno	mg/L	0.0007
1,2-dicloroetano	mg/L	0.03
Tetracloroetano	mg/L	0.04
Monocloramina	mg/L	3
Tricloroetano	mg/L	0.07
Tetracloruro de carbono	mg/L	0.004
Ftalato de di (2-etilhexilo)	mg/L	0.008
1,2- Diclorobenceno	mg/L	1
1,4- Diclorobenceno	mg/L	0.3
1,1- Dicloroetano	mg/L	0.03
1,2- Dicloroetano	mg/L	0.05
Diclorometano	mg/L	0.02
Ácido edético (EDTA)	mg/L	0.8
Etilbenceno	mg/L	0.3
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0008
Ácido Nitrilotriacético	mg/L	0.2
Estireno	mg/L	0.02
Tolueno	mg/L	0.7
Xileno	mg/L	0.5
Atrazina	mg/L	0.002
Carbofurano	mg/L	0.007
Cloratoluron	mg/L	0.03
Cianazina	mg/L	0.0008
2,4- DB	mg/L	0.09
1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mg/L	0.001
1,2- Dibromoetano	mg/L	0.0004
1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mg/L	0.04
1,3- Dicloropropano	mg/L	0.02
Dicloro-prop	mg/L	0.1
Dimetato	mg/L	0.008
Fenoprop	mg/L	0.009
Isoproturon	mg/L	0.009
MCPA	mg/L	0.002
Mecoprop	mg/L	0.01
Metolaclo	mg/L	0.01
Molinato	mg/L	0.008



Pendimetalina	mg/L	0.02
Simazina	mg/L	0.002
2,4,5- T	mg/L	0.009
Terbutilazina	mg/L	0.007
Trifluralina	mg/L	0.02
Clorpirifos	mg/L	0.03
Piriproxifeno	mg/L	0.3
Microcistin-LR	mg/L	0.001
Bromato	mg/L	0.01
Bromodichlorometano	mg/L	0.06
Bromoformo	mg/L	0.1
Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mg/L	0.01
Cloroformo	mg/L	0.2
Cloruro de cianógeno	mg/L	0.07
Dibromoacetonitrilo	mg/L	0.07
Dibromoclorometano	mg/L	0.1
Dicloroacetato	mg/L	0.05
Dicloroacetonitrilo	mg/L	0.02
Formaldehído	mg/L	0.9
Monocloroacetato	mg/L	0.02
Tricloroacetato	mg/L	0.2
2,4,6- Triclorofenol	mg/L	0.2

Fuente: (D.S. N° 031-2010-SA, 2011)

Anexo 4.

Estándares de Calidad Ambiental Destinadas a la Producción de Agua Potable

Tabla 6:
Estándares de Calidad Ambiental Destinadas a la Producción de Agua Potable

ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL				
Categoría 1: Poblacional y recreacional				
Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Fisicoquímico				
Aceites y Grasas	mg/L	0.5	1.7	1.7
Cianuro Total	mg/L	0.07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0.2	0.2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero	15	100 (a)	**
	Escala Pt/Co			
Conductividad	(μ S/cm)	1500	1600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0.003	**	**
Fluoruros	mg/L	1.5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0.1	0.15	0.15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
	Nitratos (NO ₃) ⁻ (c)	mg/L	50	50
Nitritos (NO ₂) ⁻ (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1.5	1.5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5	5.5 – 9.0	5.5 - 9.0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**



Turbiedad	UNT	5	100	**
Inorgánicos				
Aluminio	mg/L	0.9	5	5
Antimonio	mg/L	0.02	0.02	**
Arsénico	mg/L	0.01	0.01	0.15
Bario	mg/L	0.7	1	**
Berilio	mg/L	0.012	0.04	0.1
Boro	mg/L	2.4	2.4	2.4
Cadmio	mg/L	0.003	0.005	0.01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0.05	0.05	0.05
Hierro	mg/L	0.3	1	5
Manganeso	mg/L	0.4	0.4	0.5
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.002
Molibdeno	mg/L	0.07	**	**
Níquel	mg/L	0.07	**	**
Plomo	mg/L	0.01	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.04	0.04	0.05
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02
Zinc	mg/L	3	5	5
Orgánicos				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8 - C40)	mg/L	0.01	0.2	1.0
Trihalometanos (e)		1.0	1.0	1.0
Bromoformo	mg/L	0.1	**	**
Cloroformo	mg/L	0.3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0.1	**	**
Bromodiclorometano	mg/L	0.06	**	**
I. Compuestos orgánicos volátiles				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0.2	0.2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0.03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0.03	0.03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0.0006	0.0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0.04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0.004	0.004	**
Tricloroetano	mg/L	0.07	0.07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0.01	0.01	**
Etilbenceno	mg/L	0.3	0.3	**
Tolueno	mg/L	0.7	0.7	**



Xilenos	mg/L	0.5	0.5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0.0007	0.0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0.009	0.009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0.19	0.0001	**
Organoclorados				
Aldrín + Dieldrín	mg/L	0.00003	0.00003	**
Clordano	mg/L	0.0002	0.0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0.001	0.001	**
Endrin	mg/L	0.0006	0.0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0.00003	0.00003	**
Lindano	mg/L	0.002	0.002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0.01	0.01	**
II. Cianotoxinas				
Microcistina-LR	mg/L	0.001	0.001	**
III. Bifenilos policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0.0005	0.0005	**
Microbiológicos				
Coliformes Totales	NMP/100mL	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	2000	20000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶
(f)				

Fuente: (D.S N° 004-2017-MINAM, 2017)



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 06/11/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ALDO ARPASI MAMANI

Dirección: VALLE PINTO SECT. GENTILAR PARC. 03

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 01320899

Teléfono: 975695029 email: aldoarpasi9@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ JULIACA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCENTRACIÓN, DUREZA, AGUA SUBTERRÁNEA

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

2

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

06/11/2024

Fecha