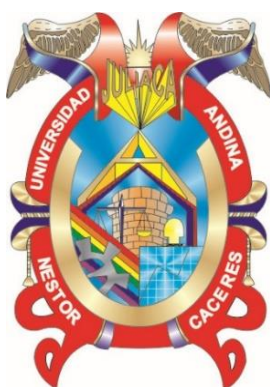




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y
FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN
LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DEISY KENYI APAZA 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 DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y
FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN
LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DEISY KENYI APAZA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:



M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

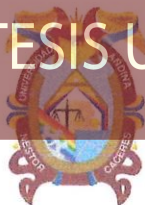
:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 436-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de setiembre de 2024

VISTOS:

El OFICIO N° 079-2024-D/EPISA/FICP-UANCV del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°385-2024 de fecha 13 de agosto de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **DEISY KENYI APAZA MAMANI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**
- * **Asesor** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **DEISY KENYI APAZA MAMANI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : lunes 16 de setiembre de 2024
- * **HORA** : 08:00
- * **LUGAR** : Aula 306 - pabellón de hidráulica

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
.....
D. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
.....
D. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 05531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 385-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de agosto de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 138-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **INFORME N° 020-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 804-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **18 de agosto de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **07 de agosto de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **DEISY KENYI APAZA MAMANI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 508-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y:

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **DEISY KENYI APAZA MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc
archivo 2024
interesado (a)



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 Cs. PURAS

Dr. EFRAIN MARILLO ROSA
SECRETARIO GENERAL
CIP. 9447



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 804-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de agosto 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 457-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 054-2023-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 084-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPISA** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **25 de julio de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **DEISY KENYI APAZA MAMANI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, 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 de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **DEISY KENYI APAZA MAMANI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario, de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.**

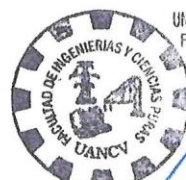
ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIR 17736



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIR 05531

cc.
archivo 2023
interesado (a)



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	edoc.pub Fuente de Internet	<1%
7	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	DEISY KENYI APAZA MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76985223
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-9217-3962
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659

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: San Miguel Urbanización San Jorge Coordenadas: Latitud: -15.45914 Longitud: -70.13261 URL Maps: https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1_qMZ1r3eJZvMMWltuYHUybaHxJCHSQc&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2023 – Setiembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO NESTOR CACERES VILLASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS

Dr. Efraín Parillo Rosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DEISY KENYE APAZA MAMANI, identificado con DNI Nro. 76985223, 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 DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023 ”

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 30 de SEPTIEMBRE del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A MI MAMÁ Y HERMANOS: Agripina, Cristian y Lizzet. Con el inmenso cariño y gratitud por el sustento emocional y material, que me brindaron con tanto sacrificio, para quienes cada triunfo mío es su alegría y cada fracaso mío es de suma pena, a esos seres queridos que han dado un gran impulso a cada uno de mis pasos A ELLOS CON AMOR.

APAZA MAMANI, Deisy Kenyi



AGRADECIMIENTO

Doy las gracias a mi alma mater la UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ de Juliaca.

A mi Escuela por brindarme la formación profesional, que hoy me permiten trabajar en este campo.

Al equipo docente de la escuela profesional por transmitirme su sabiduría, experiencia y apoyo continuo en mi crecimiento personal y profesional.

APAZA MAMANI, Deisy Kenyi



INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
INDICE GENERAL	III
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	X

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

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.....	3
1.4	Justificación de la investigación	3
1.5	Hipótesis y variables.....	4
1.5.1	Hipótesis general.....	4
1.5.2	Hipótesis específicas.....	4
1.6	Operacionalización de variables.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes del estudio	6
2.1.1	Antecedentes nacionales.....	6
2.1.2	Antecedentes internacionales.....	8



2.2	Marco teórico.....	10
2.2.1	Agua.....	10
2.2.2	Calidad de agua para el consumo humano.....	11
2.2.3	Agua subterránea.....	11
2.2.4	Contaminación del agua subterránea.....	12
2.2.5	Parámetros bacteriológicos.....	13
2.2.6	Parámetros físicos.....	14
2.2.7	Parámetros químicos.....	15
2.2.8	Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.....	16

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Tipo de investigación.....	18
3.2	Población y muestra.....	18
3.3	Técnicas e instrumentos de investigación.....	22
3.3.1	Técnica.....	22
3.3.2	Materiales.....	22
3.4	Procedimiento.....	23
3.5	Parámetros Bacteriológicos procedimiento.....	24
3.6	Parámetros químicos.....	27

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	Resultados.....	32
4.1.1	Parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de las aguas subterráneas.....	32
4.1.2	Comparación de los parámetros con la normativa LMP.....	44
4.1.3	Propuestas de tratamiento para aguas subterráneas.....	46
4.1.4	Contrastación de hipótesis.....	50
4.2	Discusión de resultados.....	52
	CONCLUSIONES.....	56
	RECOMENDACIONES.....	58



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	64



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables dimensiones e indicadores.....5

Tabla 2 LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos17

Tabla 3 LMP de calidad organoléptica.....17

Tabla 4 Coordenadas de pozos de muestreo de aguas en la urbanización San Jorge.21

Tabla 5 Parámetros bacteriológicos de aguas subterráneas.33

Tabla 6 Parámetros físicos de aguas subterráneas.....36

Tabla 7 Parámetros químicos de aguas subterráneas.....39

Tabla 8 Parámetros bacteriológicos, físicos y químicos.44

Tabla 9 Prueba de normalidad de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos 50



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Urb. San Jorge, Distrito de San Miguel - Provincia San Román.....	19
Figura 2 Fuente de abastecimiento de agua.	19
Figura 3 Toma de muestra	20
Figura 4 Puntos de muestreo	21
Figura 5 Análisis de pH, Conductividad eléctrica.....	31
Figura 6 Análisis de Coliformes totales en pozos de agua.	34
Figura 7 Análisis de Coliformes termotolerantes en pozos de agua.....	35
Figura 8 Análisis de Conductividad en pozos de agua.	37
Figura 9 Análisis de solidos totales disueltos.	38
Figura 10 Análisis de turbidez	38
Figura 11 Resultados de dureza total.....	40
Figura 12 Resultados de cloruros.....	41
Figura 13 Resultados de Sulfatos.....	42
Figura 14 Resultados de pH.....	43
Figura 15 Peachimetro portátil.....	43
Figura 16 Medición de la temperatura	49



RESUMEN

El objeto fue: Evaluar la calidad bacteriológica y fisicoquímica de aguas subterráneas en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel, 2023. El enfoque empleado fue la de un diseño no experimental; siendo la población conformada por 50 pozos de aguas subterráneas de uso doméstico y la muestra fue de 10 pozos. Los resultados evidenciaron que: El valor promedio de coliformes totales fue 1,000.2 NMP/100 mL y coliformes termo tolerantes 21.8 NMP/100 mL, excediendo a los LMP del D.S. N° 031-2010-SA; respecto a los indicadores fisicoquímicos, la capacidad de conductividad eléctrica tuvo un valor promedio de 947.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, encontrándose dentro de los valores permisibles, los sólidos totales y la turbidez alcanzaron valores promedios de 517.70 mg/L y 9.67 NTU, valores que se encuentran fuera de los LMP; así mismo se encontró que el pH tuvo un valor de 7.87, sulfatos 40 mg/mL, Cloruros 86.72 mg/mL y dureza total 460 mg/L, valores que están dentro de los LMP; igualmente se propuso como método para el tratamiento de las aguas subterráneas la instalación de filtros lentos de arena ya que este sistema cuenta con mayores ventajas respecto a los otros propuestos. Se concluyó que, respecto a los parámetros, el agua de los pozos analizados no es adecuada para el uso del ser humano igualmente respecto a los sólidos totales y la turbidez; en cuanto a la conductividad eléctrica, pH, sulfatos, cloruros y dureza total, si es apta para consumo humano.

Palabras claves: Subterráneas, coliformes, termo tolerante, conductividad, dureza, turbidez.



ABSTRACT

The object was: To assess the bacteriological and organoleptic grade of water table in the San Jorge urbanization of the San Miguel District, 2023. The approach used was a non-experimental pattern; The inhabitants was produced up of 50 groundwater wells for domestic use and the sampling was 10 wells. The results showed that: The ordinary value of total coliforms was 1,000.2 NMP/100 mL and thermo-tolerant coliforms 21.8 NMP/100 mL, exceeding the LMP of the D.S. No. 031-2010-SA; Regarding the physicochemical indicators, the electrical conductivity capacity had an average value of 947.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, being within the permissible values, the total solids and turbidity reached average values of 517.70 mg/L and 9.67 NTU, values that are found outside LMP; Likewise, it was build that the pH had a value of 7.87, sulfates 40 mg/mL, Chlorides 86.72 mg/mL and total hardness 460 mg/L, values that are within the LMP; Likewise, the installation of slow sand filters was proposed as a method for treating groundwater since this system has greater advantages compared to the others proposed. It was complete that, with respect to the criterion, the water from the analyzed wells is not suitable for human use, equally with respect to total solids and turbidity; in terms of electrical conductivity, pH, sulfates, chlorides and total hardness, if it is suitable for human consumption..

Key words: Underground, coliforms, heat tolerant, conductivity, hardness, turbidity.



INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento fundamental e crucial para la supervivencia y para avalar el equilibrio ecológico en la tierra. Es necesario para proveer agua potable a la población. Sin embargo, el incremento demográfico ha ocasionado una gran necesidad de recursos hídricos, impactando a una gran cantidad de personas privados de este recurso vital. Perú, incluyendo la región de Puno, no es ajeno a esta problemática, ya que muchas comunidades carecen de servicios primarios de agua potable. Esta situación ha obligado a las poblaciones a recurrir al uso de agua subterránea o de pozo para satisfacer sus necesidades.

La contaminación es el factor más limitante que propicia la indisponibilidad de agua potable, esta investigación tiene como objetivo analizar las aguas subterráneas como la principal reserva de agua potable desde un punto de vista fisicoquímico y microbiológico, dado que estas aguas subterráneas pueden estar polucionadas por agentes contaminantes químicos y microorganismos patógenos, se realizarán muestreos in situ y pruebas de laboratorio. Su uso está plagado de riesgos, pues podrían generar impactos relevantes sobre la salud a corto o largo plazo y pueden provocar padecimientos en el ser humano que representan un riesgo significativo para el público por lo que se planteará recomendaciones de tratamiento para estas fuentes de agua en función de los resultados.

La investigación contiene cuatro capítulos, en el primer capítulo, se describe los aspectos generales, como la formulación del problema, la justificación del estudio, los objetivos, las hipótesis general y específicas y la operacionalización de las variables; en el capítulo dos se centra en el marco teórico, incluyendo los antecedentes nacionales e internacionales y las bases



teóricas. El capítulo tres describe la metodología empleada, el diseño, la población y la muestra, la técnica empleada, materiales empleados y los procedimientos; en el Cuarto capítulo, se detalla resultados y discusiones y la comprobación de las hipótesis; por último se abarcan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos pertinentes.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 Análisis de la situación problemática

Los recursos hídricos son muy necesarios para la supervivencia de las personas y su importancia es prioritaria para el bienestar humano, así pues, la limpieza del agua ayuda a mitigar un sin número de enfermedades parasitarias; según la OMS, aproximadamente dos millones novecientos mil personas mueren al año por no tener acceso a agua potable.

Las aguas subterráneas en nuestro país se ven afectadas por la actividad humana puesto que en muchos casos las aguas remanentes no son tratadas o se dañan en su disposición final, la posibilidad de contaminación de estas aguas con elementos microbianos patógenos y agentes provenientes de excretas humanas o animales, como heces y bacterias coliformes termotolerantes, cuyo consumo supone un riesgo no sólo para los humanos sino también para los animales. La exposición puede causar cólera, tifoidea, disentería, polio, hepatitis y otras



enfermedades, lo que supone un gran riesgo para el público (Bautista y Sarmiento, 2018).

En el Distrito de San Miguel dentro de la ciudad de Juliaca, se necesita construir nuevas viviendas debido al aumento de la población, como es el caso de la urbanización San Jorge, donde el agua potable es escasa, por lo que la gente recibe agua del suelo. Esta agua no está pre tratada y por tanto puede contaminarse afectando a la población. En consecuencia, se requiere con fuentes de aguas subterráneas segura para uso potable, basándose en los resultados obtenidos se pueden desarrollar opciones de purificación para convertir esta agua en segura para beber.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la calidad bacteriológica y fisicoquímica de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023?
- ¿Los parámetros de calidad de las aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023, están de acuerdo con los Límites Máximos permisibles?
- ¿Cuál es el tratamiento adecuado de las aguas subterráneas en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023 a fin de lograr



los parámetros permisibles en el Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano DS N° 031.2010-SA?

1.3 **Objetivos de la investigación**

1.3.1 **Objetivo general**

Evaluar la calidad bacteriológica y fisicoquímica de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel, 2023.

1.3.2 **Objetivos específicos**

- Determinar la concentración de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel 2023.
- Comparar los parámetros de calidad de las aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel 2023, con los Límites Máximos permisibles.
- Proponer un tratamiento adecuado para las aguas subterráneas en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel 2023 a fin de lograr los parámetros permisibles en el Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano DS N° 031.2010-SA.

1.4 **Justificación de la investigación**

El estudio se pudo realizar puesto que la excelencia el agua es decisivo para la condición humana. La OMS afirma que la provisión de agua se vuelve en un instrumento para promover la salud comunitaria. El estudio también estimula las relaciones existentes entre calidad del agua y salud, es decir, que el énfasis en el consumo de agua se transforma en la medición de la calidad de este recurso



utilizando herramientas físicas y bacteriológicas para analizar riesgos para la salud y proponer estrategias de desarrollo comunitario. En el sentido de que el Ministerio del Ambiente desarrolla y gestiona políticas públicas con objetivos nacionales en materia de salud y ambiente.

Por consiguiente, esta investigación trata de analizar y comprender las condiciones del agua subterránea en la Urbanización San Jorge a mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbianos para verificar si ajusta con los estándares de la situación del agua.

1.5 Hipótesis y variables

1.5.1 Hipótesis general

La calidad bacteriológica y físico química de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel, 2023, no es adecuada para el consumo humano.

1.5.2 Hipótesis específicas

- La concentración de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel, 2023, exceden los Límites Máximos Permisibles.
- Los parámetros de calidad de las aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel 2023, exceden de los Límites Máximos permisibles.
- El tratamiento de las aguas subterráneas en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel 2023 mejorará la Calidad del Agua para consumo humano.



1.6 Operacionalización de variables

Tabla 1

Variables dimensiones e indicadores

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CRITERIO DE VALORACION		
Variable independiente	Calidad bacteriológica y fisicoquímica	- Bacterias coliformes totales	Cuantitativo		
		- Bacterias coliformes fecales			
		- Temperatura			
Variable dependiente	Parámetros bacteriológicos y físico químicos	- Conductividad	Cuantitativo		
		- Sólidos disueltos			
		- Turbidez			
		- Ph			
		- Sulfatos			
		- Cloruros			
		- Dureza Total			
		- Comparación de parámetros de calidad con los LMP		- D.S. N° 031 – 2010 - SA, 2010 (Anexo I y II)	- Cuantitativo
		- Propuesta de tratamiento		- Potabilización de aguas subterráneas	- Cuantitativo

Nota: se aprecia las variables independientes y dependientes, conjuntamente con los criterios de evaluación.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes nacionales

Sandoval (2021) ejecutó un trabajo como objetivo principal la determinación de la calidad del agua según el D.S. 031 – 2010 - SA, donde se utilizó un estudio descriptivo, se realizaron 5 ubicaciones de muestreo, y las conclusiones fueron los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos: Conductividad igual a 5,270 $\mu\text{S}/\text{cm}.$, temperatura 17,8 °C, SD igual a 682,6 mg/ L, Turbidez 1.35 NTU, pH 7.63, Sulfato 43.2 mg/L., Nitrato 7.5 mg/L., DT 134 mg/L., Cloruro 289.4 mg/L., todos en el rango de valores máximos excepto Conductividad, los valores límite promedio permisibles para los parámetros microbianos son: coli. totales 1069 UFC/100mL y coli. resistentes al calor 0 UFC/100mL. superan el LMP.



Gutiérrez (2019) en su investigación el objetivo se apoyó en el estudio de la calidad del agua subterránea para uso potable, se tomaron muestras tres veces en (en julio, septiembre y noviembre) y se encontró que el total de los pozos de agua enfocados al uso humano excedían el límite máximo permisible y estaban contaminados con bacterias coliformes totales.

Soriano (2018) desarrolló su trabajo teniendo como objetivo la estimación del estado del agua subterránea. El diseño fue descriptivo y transversal y se concluyó que el estado del agua subterránea es inadecuado: por la presencia de colis, siendo los promedios de: AS-01 (445 NMP/100 mL de coli. totales y 187 NMP/100 mL de coli. termotolerantes), AS-02 (567 NMP/100 mL de coli. totales y 22.8 NMP/100 mL de coli. termotolerantes), y AS-03 (565 NMP/100 mL de coli. totales y 19 NMP/100 mL de coli. termotolerantes). En cuanto a los parámetros físicos y químicos que superan el valor máximo, se observaron los siguientes promedios: AS-01: conductividad 654 $\mu\text{S/cm}$, turbidez 1.64 UNT, DT 336.49 mg/L, sulfato 61 mg/L, pH 7.1; AS-02: conductividad 945 $\mu\text{S/cm}$, turbidez 1.01 NTU, DT 476.38 mg/L, sulfato 183 mg/L, pH 7.7, TDS 672.4 mg/L; AS-03: conductividad 682 $\mu\text{S/cm}$, turbidez 6.27 NTU, DT 272.03 mg/L, sulfato 41.2 mg/L, pH 7.8, TDS 486.6 mg/L; se determinó también que el nitrito excede los estándares permitidos, la turbidez es mayor a la aceptable, y el nivel de oxígeno disuelto en los tres puntos no se ajustan con los parámetros de calidad.

Molina (2018) realizó un estudio experimental, se ejecutaron muestreos en tres puntos, obteniéndose un pH 7,66, temperatura 22,9°C, conductividad 1354 $\mu\text{S/cm}$ y turbidez 0,1. DT 507,3 mg/L., cloruro 100,8



mg/L., sulfato 345,4 mg/L., los indicadores de SDT y dureza total superaron los LMP, las bacterias termotolerantes fueron de 23 NMP/100 ml, lo que superó el límite máximo permitido. Las lluvias excesivas pueden provocar lixiviación que eventualmente puede ingresar y afectar las aguas subterráneas.

Apaza y Halacocca (2018) desarrollaron su trabajo con el propósito de evaluar las cualidades físicas, químicas y microbianas del agua; fue una investigación transversal, ensayándose 25 muestras y se concluyó que la turbiedad fue de 0.07 UNT, STD 0.78 mg/L, cloruro 234.8 mg/L., pH 7.86, conductividad 1.39 μ S/cm, sulfato 0.01 mg/L., DT 538,57 mg/L., siendo sólo la dureza aceptable, mientras que el valor promedio de los coliformes totales fue de 1.9 UFC/100 mL, por lo que no es adecuada para el uso humano.

Curo Vilca (2019) en su estudio buscó Identificar la calidad del agua de pozo, el estudio utilizó un plan de investigación descriptivo, donde se tomaron 4 muestras de cada zona en 3 pozos y se examinaron un total de 24 muestras, concluyendo que el agua analizada presenta una conductividad promedio de 1793 μ S/cm, pH 7.4, alcalinidad 320,7 mg/L., turbidez 2.1 UNT, temperatura 16°C, sólidos disueltos totales 895.5 mg/L, DT 320.3 mg/L, Sulfato 86,4 mg/L., Cloruro 130,5 mg/L., Fe 0,5 mg/L., Cu 2,4 mg/L. A excepción de la conductividad, el Fe y el Cu, todos cumplen con el LMP.

2.1.2 Antecedentes internacionales

Cárdenas (2020) realizó un trabajo titulado "Diagnóstico del suministro de agua subterránea en Vereda el Tablón, Santa Rosa de Viterbo", se tomó muestras de 12 usuarios y se encontró que, excepto el pH,



los resultados promedio de la alcalinidad fueron de 2.94 mg/L, Color 15, 87 UPC , conductividad 59,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, DT 18,37 mg/L, cloruro 6.99 mg/L, fosfato mg/L, Fe 0,05 mg., nitrito 0,019 mg/L, Turbidez 7.05 UNT, mientras no superaron los LMP; en el caso de E. coli 1600 UFC/100 ml. los coli. totales 2200 UFC/100 ml. sí sobrepasan los LMP.

Arbito (2019) efectuó un estudio denominado "Caracterización de las aguas subterráneas utilizadas para la producción y las actividades humanas en el estado de Paz", el enfoque del estudio fue cuantitativo, para el efecto se muestrearon 16 pozos. El análisis de las propiedades del agua mostró que el pH osciló entre 7,28 y 8,27, la temperatura promedio fue de 26,9°C y la salinidad osciló entre 0,17 y 0,39 ms/m; las aguas no son cristalinas y difieren en el olor agradable y temperatura fresca al tacto.

Rivera et al.(2020) llevaron a cabo una investigación denominada "Control bacteriano inicial y nitratos en aguas subterráneas durante períodos específicos del año"; los resultados del contenido de bacterias fue 65.53% no recomendado para beber, las bacterias coli. totales fueron de 83.33% , también no apto conjuntamente que los mesófilos aeróbicos (50%), Pseudomonas aeruginosa (8,33%), Escherichia coli (16,66%); la capacidad bacteriológica cambia entre emisiones estacionales de 12 meses. El 29 % de las muestras recibieron mediciones confirmadas de nitrato de NO_3 , el 16,67% de las muestras presentaron manifestaciones de NO_3 se encuentran por encima de 45 ppm.

Díazy y Sarmiento (2018) utilizaron muestreo probabilístico aleatorio en 64 pozos, se recolectaron 46 muestras en 3 campañas, encontrando que



57.8% cumplió con los valores LMP permisibles, con un valor promedio de: pH 6.97, cloro libre 0.03 mg/L, temperatura 28.45 C°, turbidez 1.57 UNT, conductividad 5.31 ppm, UNT/1. cm, TDS 415 mg/L, oxígeno disuelto 5.31 ppm, salinidad 597 ppm, cloruro 300 mg/L. dureza 181.33 mg/l; también se encontró niveles moderadamente altos de contaminación por bacterias, siendo el recuento total de coliformes 10,280 NMP/100 ml, E. coli 1,659 NMP/100 ml.

Rivas et al. (2019), tuvo como objetivo de caracterizar fisicoquímica y bacteriológicamente las aguas subterráneas, se analizaron 6 diferentes lugares y 19 muestras, concluyeron que los componentes físico-químicos se hallan por debajo de los LMP, sus valores promedio son: pH 8.3, temperatura 28.2 C°, conductividad 574 μ S /cm alcalinidad 216 mg/L, mientras que los coli. totales y E. coli superaron el límite máximo en un 16.6.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Agua

El agua (H₂O), formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, carece de olor, sabor y color, se le encuentra en diferentes lugares de la tierra y en diferentes elementos naturales, fluye en arroyos, ríos y océanos, en estado sólido existe en los polos norte y sur y en épocas de invierno en lagos y ríos congelados, en estado de vapor, se encuentra en la atmósfera. El agua cubre el 70% de la superficie terrestre, correspondiendo a un 96% el agua de los océanos. Aproximadamente el 69% de un 30% restante está congelado en polos y solamente un 1 a 4% hace referencia a la humedad presente en la atmósfera (Oggreen, 2022).



2.2.2 Calidad de agua para el consumo humano

El agua es la razón del crecimiento de la vida inteligente en la tierra y tiene varias funciones, por un lado contribuye a la supervivencia de plantas y animales. Sin agua nuestro tiempo de supervivencia no excederá los 5 días y las plantas y el suelo se secarán, la vida como sabemos dejará de existir. Se refiere al agua potable y adecuada para uso doméstico normales, debe ser inofensiva, es decir, no debe representar un riesgo para la salud. Esto se logra mediante una gestión apropiada del estado del agua potable (Ogreen, 2022).

2.2.3 Agua subterránea

Cuando la lluvia impacta en el suelo, una sección corre sobre la superficie formando ríos, arroyos y lagos, y otra parte solo humedece el suelo. Parte de esta agua es ingerida por las plantas, mientras que otra parte se evapora y luego precipita como lluvia. Sin embargo, una fracción del agua se filtra en el suelo, transitando la sección no saturada hasta el nivel del agua freática, el cual es una superficie imaginaria subterránea que marca la interfaz entre la sección no saturada y la sección saturada. Esta última es donde se localizan las aguas subterráneas. El agua subterránea se almacena en espacios denominados "acuíferos". Los acuíferos pueden estar integrados por materiales como arenas sueltas, rocas permeables como arena o arcilla, lava volcánica y otras rocas cristalinas (IGRAC - International Groundwater Resources Assessment Centre, 2023).



2.2.4 Contaminación del agua subterránea

El agua del subsuelo circula mediante las grietas y mediante los intersticios de la capa arable del suelo, los sedimentos y las grietas en las rocas subterráneas. A medida que fluye, transporta materiales disueltos que influyen positivamente en los procesos geológicos a largo plazo que involucran precipitación y disolución de minerales durante millones de años, al tiempo que permite el transporte de nutrientes y energía entre diferentes partes de la cuenca hidrológica. Sin embargo, también tiene efectos negativos, ya que el agua puede contaminarse fácilmente y absorber elementos nocivos en el suelo. Las sustancias utilizadas o producidas por el hombre (gasolina, fertilizantes, aguas residuales, residuos industriales, etc.) se filtran y desbordan, se filtran y alcanzan las aguas subterráneas, contaminando las aguas subterráneas y haciéndolas inadecuadas para su uso en el suelo cuando estas ingresan al suelo, se transportan a lugares naturales. áreas de descarga. (ríos, humedales, manantiales y océanos) y pozos de los que se extrae agua (Morales Casique, 2022).

Dentro de los tipos de contaminación de aguas subterráneas, se puede mencionar a:

Contaminación biológica: Debido a la existencia de virus, bacterias y parásitos los cuales son la causa de muchas afecciones gastrointestinales que afectan con más frecuencia a los niños.

Contaminación química: Debido a los elevados niveles de metales generalmente tóxicos.

Contaminación física: Relacionada a la presencia de líquidos no solubles producidos por el ser humano y naturalmente (Morales, 2022).

2.2.5 Parámetros bacteriológicos

a) Coliformes totales:

Las bacterias Gram positivas, tienen un rango óptimo de fermentación de lactosa entre 35°C y 37°C, generan ácido y dióxido de carbono como productos y pueden ser aeróbicas o anaerobias facultativas. Además, son oxidasa negativas. Estas bacterias se encuentran tanto en aguas depuradas como naturales, y son capaces de subsistir y reproducirse en las tuberías de agua. El grupo coli. es estable, amplio y propio de las excreciones fecales, la detección de coli. en el agua señala la posible presencia de contaminación fecal. Estos microorganismos se clasifican en cuatro categorías principales: Escherichia, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella. (Carrillo y Caicedo, 2018).

b) Coliformes fecales:

Los coli. fecales o termo tolerantes, aptos para tolerar temperaturas de hasta 45°C, pertenecen al grupo de los coliformes comunes y son abundantes en excrementos de origen humano y animal, siendo las principales bacterias responsables de la contaminación fecal. Aunque el género Escherichia es el dominante en la mayoría de las aguas, diversos tipos bacterianos de los géneros Citrobacter, Klebsiella y Enterobacter también tienen capacidad de

tolerar el calor. E. coli representa el 95% de las bacterias coliformes presentes en las heces (Larrea et al., 2015).

2.2.6 Parámetros físicos

a) Temperatura:

La temperatura refleja la energía de movimiento de las partículas de agua, expresada en grados Fahrenheit o Celsius. Puede influir en los cambios químicos habituales del agua, afectando el crecimiento de los organismos acuáticos. Además, la temperatura puede modificar parámetros físicos y químicos como el OD, el pH, la conductividad y otros, impactando el crecimiento de las plantas acuáticas (Sierra y López, 2011).

b) Conductividad:

Cuantifica la facilidad con la que una solución permite el flujo de corriente eléctrica, se mide en unidades de microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$), esta propiedad está directamente influenciada por la movilidad, cantidad y carga de los electrolitos en la solución (García, 2019).

c) Sólidos totales:

Sirven como señal de la manifestación total de sales en el agua, después de remover los sólidos suspendidos. También se caracterizan como los desechos restantes después de la conversión del agua a vapor. Se suelen observar en campos agrícolas que han experimentado intensos procesos de escorrentía (Gómez y Rojas, 2014).

**d) Turbidez:**

Es un indicador notable en el control del estado del agua potable. Los sólidos esparcidos y los sedimentos que causan turbidez en el agua; logra funcionar como transportadores para la contaminación microbiana y facilitar la absorción de metales pesados, sustancias orgánicas nocivas y agroquímicos (Higiene ambiental.com, 2018).

2.2.7 Parámetros químicos**a) pH:**

Representa el potencial de hidrógeno, tiene un rango de valores neutros, ácidos y básicos, ya que cada intervalo se define por un valor numérico; por ejemplo, si el pH es inferior a 7.0 tiende a ser ácida porque si Con un valor mayor a 7.0 se dará cuenta de la alcalinidad. La mayoría del agua tiene un pH de 4-9 porque muchas veces también resulta ser ligeramente alcalina. La composición de esta contiene bicarbonatos y carbonatos, se emplea el valor del pH. Comprobar si es corrosiva o forma depósitos. Cuando queremos saber su tendencia cáustica o incrustante podemos utilizar el pH del agua (Mejía, 2005).

b) Sulfatos:

Sus fuentes son los contaminantes industriales, las precipitaciones de los ríos y la concentración más alta se presenta en las aguas del subsuelo rico en yeso, cuando la concentración supera

los 100 a 1,200 mg/L. el sabor puede detectarse con un sabor salado (Petrucci, 2017).

c) Cloruros:

El cloro (Cl_2) es un desinfectante popular, pero su potencia se amplifica cuando se combina con metales como el sodio (Na), el cloro (Cl_2) es vital porque se requieren pequeñas cantidades de cloruro para el funcionamiento de las células y los organismos vivos. Se presenta como iones Cl y proviene de recursos naturales, aguas residuales y efluentes industriales (Petrucci, 2017).

d) Dureza total:

La dureza resulta de la socavación y abrasión del suelo y formaciones geológicas con elevada presencia de calcio y magnesio, lo que lleva a denomina dureza debida al calcio y dureza magnésica (Petrucci, 2017).

2.2.8 Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

Estas normas contienen reglamentaciones generales sobre el estado óptimo del agua potable, asegurando su inocuidad, previniendo el riesgo de una calidad problemática o deficiente del agua, promoviendo y desarrollando la publicidad, la educación y la capacitación en el cuidado del agua potable. Las autoridades locales deben cumplir con el monitoreo del estado del agua (D.S. N°031-2010-SA, 2010).

Tabla 2*LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos*

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

UFC = Unidad formadora de colonias

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

Nota: Reglamento según el DS N° 031-2010-SA**Tabla 3***LMP de calidad organoléptica*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ²⁻ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Nota: Reglamento según el DS N° 031-2010-SA.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

En este estudio se utiliza un enfoque cuantitativo porque la hipótesis propuesta se puede probar con datos numéricos y el análisis estadístico (Hernández et al., 2017), sostiene que, la investigación con enfoque cuantitativo es continua y demostrable porque no puede descartar paso alguno; la investigación se basó en un diseño no experimental y un nivel explicativo.

3.2 Población y muestra

a) Población

Está constituida por 50 pozos de agua subterránea encaminado al consumo humano de los usuarios de la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel.

Figura 1

Ubicación de la Urb. San Jorge, Distrito de San Miguel - Provincia San Román



Nota: Google Earth

Figura 2

Fuente de suministro de agua.



Nota: La imagen captura el pozo de agua del cual las personas hacen uso para su consumo.

b) Muestra

Se aplicó un muestreo no probabilístico basado en el uso de la razón y criterio técnico por parte de la investigadora a fin de seleccionar de manera adecuada los puntos de monitoreo en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, para la extracción de muestras se seleccionaron el 20% del total de pozos, esto equivale a 10 pozos los que están distribuidos dentro de la urbanización; los análisis se efectuaron en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV.

Es preciso aclarar que, para muestras no probabilísticas por conveniencia, no se utiliza una fórmula matemática específica como en el caso de las muestras probabilísticas. En lugar de eso, el tamaño de la muestra se ajusta a la provisión de recursos y la factibilidad del estudio, y a menudo se decide de manera más subjetiva por lo que los pozos seleccionados se realizó en función a la facilidad de acceso y la disponibilidad, se pudo observar que solo el 20% de los pozos detectados presentaban facilidad de acceso y disponibilidad (Hernández et al., 2017).

Figura 3

Toma de muestra



Nota: En la imagen manifiesta el pozo de agua.

Tabla 4

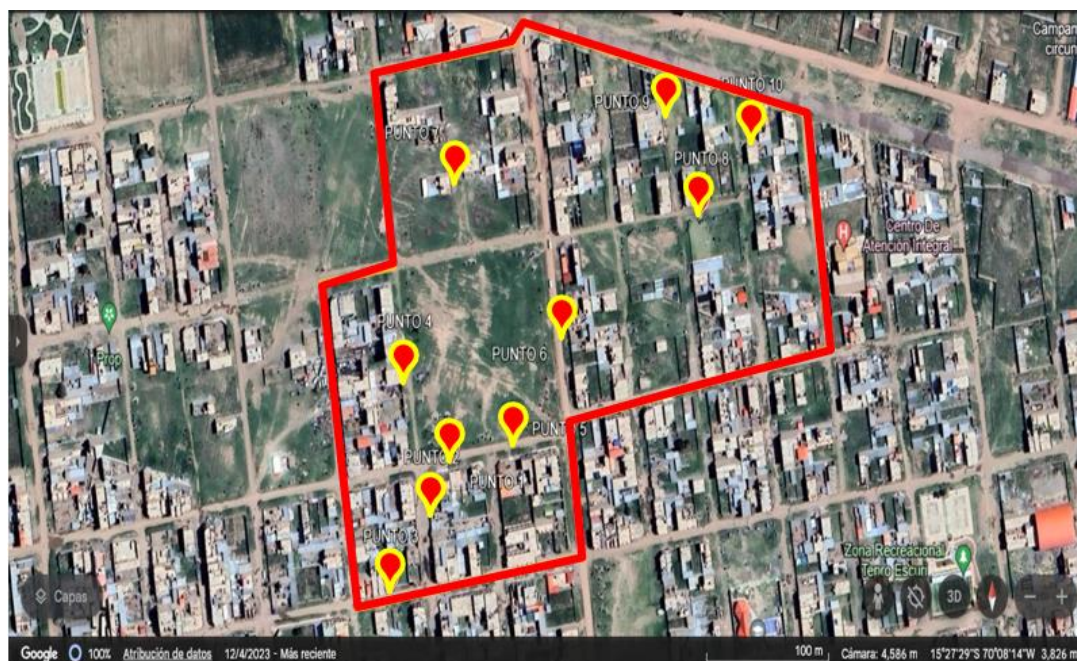
Coordenadas de pozos de muestreo de aguas en la urbanización San Jorge.

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P – 1	E: 378329 N: 8290503	01/09/2023	8:48
P – 2	E: 378328 N: 8290465	01/09/2023	9:08
P – 3	E: 378313 N: 8290404	01/09/2023	9:28
P – 4	E: 378317 N: 8290552	01/09/2023	9:48
P – 5	E: 378405 N: 8290484	01/09/2023	10:08
P – 6	E: 378441 N: 8240563	01/09/2023	10:18
P – 7	E: 378350 N: 8290644	01/09/2023	10:30
P – 8	E: 378551 N: 8290827	01/09/2023	10:58
P – 9	E: 378519 N: 8290683	01/09/2023	11:10
P - 10	E: 378588 N: 8290671	01/09/2023	11:30

Nota: La ubicación de las coordenadas de los pozos de muestreo se realizó mediante un equipo de GPS en el momento del muestreo.

Figura 4

Puntos de muestreo



Nota: En la figura se manifiesta los puntos de muestreo en la Urb. San Jorge.



3.3 Técnicas e instrumentos de investigación

3.3.1 Técnica

La recolección de muestras se realizó en los 10 pozos seleccionados, situados en la Urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel.

3.3.2 Materiales

Los materiales a emplearse en la presente investigación fueron:

a) Materiales:

- Envases de polipropileno tereftalato de 1.000 Lt.
- Cooler
- Libreta para notas
- Lapiceros, lápices y plumones indelebles
- Tablero
- Equipo de seguridad personal (guantes, barbijo, casco, mandil de laboratorio y/o chaleco)

b) Equipos de laboratorio:

- Sondas multiparamétricas
- turbidímetro de mesa o portátil
- conductímetros o sondas multiparamétricas
- Conductímetro, oxímetro, pH metro o sonda multiparamétrica
- Bureta
- Erlenmeyer de 200-300 MI
- Mezcla magnética
- Cápsulas evaporatorias



- Mufla
- Equipo para filtración
- Recipiente de secado con silica azul
- Balanza de alta precisión
- Estufa calefactora
- Probetas de diferentes volúmenes
- Espectrofotómetro

c) Reactivos

- Solución buffer
- Solución calibrada de KCl
- Solución EDTA 0.01 ácido etilendiaminotetraacético dihidratado
- Solución de Ca estándar
- Disolución de AgNO_3 al 0.1 N
- Solución de AgNO_3 al 0.01 N
- Indicador de cromato de potasio
- Solución patrón de sulfato
- Solución acondicionadora para sulfato
- Cloruro de bario dihidratado.

3.4 Procedimiento

- Se coordinó con el laboratorio a fin de que realice las pruebas microbiológicas, físicas y químicas de las muestras de agua tomadas de los pozos seleccionados; para la recolección de las muestras, se tuvo en cuenta lo siguiente:



- **Primero:** Nos dirigimos al laboratorio de Calidad Ambiental en la ciudad universitaria, puesto que ahí se nos hacía la entrega de los materiales a utilizar previamente lavados y desinfectados.
- **Segundo:** Se procederá la recolección de las muestras en 10 viviendas diferentes, se tomarán muestras de 1Lt. cada una en frascos de polipropileno tereftalato y de vidrio.

Etapa 1.- Se realizó la toma de la muestra en la primera vivienda, se utilizó guantes; la muestra se extrajo de un tanque de 10 Lt. previamente enjuagado con el agua residual, consecutivamente introducimos el frasco de polipropileno tereftalato de 1 Lt. para que esta se llene de manera homogénea.

Se trasvasó la muestra a envases esterilizados, se cuantificó el pH, la temperatura y la conductividad con un medidor peachimetro portátil.

Con el propósito de determinar de los valores bacteriológicos se usaron frascos de vidrio pequeños de 50ml de preservándolos en frío a 4°C.

Así se procedió con todas las muestras de las 9 viviendas faltantes.

- Tras analizar los datos del laboratorio, se procedió a su interpretación.

3.5 Parámetros Bacteriológicos procedimiento

3.5.1 Bacterias Coliformes Totales

a) Prueba confirmativa

Se tomó 3 tubos que sean positivos (formación de gas). b) Se tomó el mismo número de tubos que contengan 2% de medio cultivo color verde brillante c) Se extrajo una porción de la muestra de cada tubo d) se identificó los tubos e) Se incubó a $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 24/48 horas. f) Si se produce gas



en el tubo se considera positivo. Si no se produce gas, la prueba es negativa (Fundación Nacional De Salud, 2013).

b) Bacterias Coliformes Fecales

Coloque la membrana filtrante estéril en el porta filtro. Ajuste el embudo y conecte el matraz a la bomba de vacío eléctrica. Para agua potable se filtran muestras de 100 ml, mientras que para agua no potable se filtran y pre homogeneizan muestras de 0,1 y 1 ml. Enjuague con aprox. 30 ml de agua destilada. Retire el embudo. Con unas pinzas esterilizadas se transfirió el filtro al medio en una placa petri con la superficie del filtro hacia arriba; se cerró y se invirtió la placa durante 24 horas (± 2 horas) a 44°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$). (Obón de Castro, 2018).

3.5.2 Parámetros físicos

a) Temperatura

Se tomó la temperatura directamente en el pozo de agua para asegurar la precisión (Severiche et al., 2013).

b) Conductividad Eléctrica

Se midió directamente en el pozo de agua a fin de mejorar la precisión (Severiche et al., 2013)

c) Sólidos Totales Disueltos

1. Preparación del horno mufla: Ajustar la temperatura del horno mufla a $180 \pm 2^{\circ}\text{C}$. 2. Preparación del filtro: Insertar el filtro (con el lado grueso hacia arriba) en el dispositivo de filtrado; Aspirar y enjuagar el filtro con 20 ml de agua destilada en tres ocasiones consecutivas; continuar aspirando



hasta eliminar todos los restos de agua y eliminar el proceso de filtrado, retirando el filtro, pasar a un matraz evaporador y colocarlo en la mufla a $180 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 1 hora; luego de una hora, extraer la cápsula del filtro y colocarlo en un desecador; extraer el filtro con pinzas y colóquelo sobre papel de aluminio en el desecador hasta su uso; calcular el peso de la cápsula seguidamente antes de su uso y apuntar el peso (Peso A). 3. Evaluación de la muestra: Dejar que la muestra alcance la temperatura ambiente; recoger el equipo de filtrado empleando filtros preestablecidos; seleccionar el volumen a filtrar según la apariencia de la muestra; agitar la muestra y pasarla por el filtro; enjuagar el filtro, que requiere 30 ml de agua desmineralizada; dejar el filtro en remojo durante 3 minutos; transferir el filtrado y el líquido de lavado a una caja de evaporación pre calibrada; permitir que se evapore casi por completo en un plato caliente para evitar la ebullición; colocar las cápsulas en una mufla preestablecida a $180 \pm 2^\circ\text{C}$ y deje actuar durante 1 hora; enfriamiento de las cápsulas en un desecador; pesar inmediatamente y anotar el peso (Peso B); repetir el procedimiento hasta que el cambio de peso sea menor al 4% o 0,5 mg (Severiche et al., 2013)

d) Turbidez

Deja que la muestra se equilibre a temperatura ambiente si se observa signos de floculación, los áridos se pueden dispersar mediante agitación (Severiche et al., 2013).



3.6 Parámetros químicos

a. pH

Se midió directamente en el pozo de agua a fin de minimizar errores (Severiche et al., 2013).

b. Sulfatos

1. Preparación de Soluciones Estándar: medir y transferir volúmenes ascendentes de una solución estándar de sulfato y ajustar la cantidad con agua purificada para alcanzar al menos 6 soluciones con manifestaciones que varían de 0 a 40 mg/L; transferir cada estándar a un vaso de precipitados de 100 ml. Incorporar 2.5 ml de solución de acondicionamiento a cada muestra y mezclar con una varilla de vidrio. Luego, añadir una cucharadita de cristales de cloruro de bario con agitación vigorosamente. 2. Medición y Creación de la Curva de Calibración: Leer las absorbancias en 5 minutos usando un espectrofotómetro a 420 nm con una celda de muestra de 1 cm de longitud; generar una curva de calibración basada en las lecturas. Para validar esta curva, en lugar de crear una nueva cada vez, preparar un estándar de 20.0 mg/L y medirlo como si fuera una muestra. Si los resultados están dentro del $\pm 10\%$ de la concentración esperada, la curva se considera válida. Si no es así, repetir el proceso, revisar los reactivos y, si se requiere, elaborar una nueva curva de calibración. 3. Evaluación del Sulfato en Muestras: Trasvasar 50 ml de muestra (centrifugar o filtrar si hay turbidez visible) a un vaso medidor de 100 ml, agregar 2.5 ml de solución para acondicionar, mezclar bien, incorporar una cucharadita de cristales de cloruro de bario y agitando vigorosamente; leer los niveles de sulfato



empleando la curva de calibración en un espectrofotómetro a 420 nm con una celda de 1 cm de longitud después de 5 minutos. Cuando la absorbancia de la muestra es mayor que la del estándar de mayor concentración, realizar diluciones de la muestra. Hacer al menos dos diluciones, calcular la variabilidad relativa y si es menor al 10%, reportar el valor promedio. También se debe formular el factor de dilución en estos casos. (Severiche et al., 2013)

c. Cloruros

Condiciones Ambientales y Titulación de Nitrato de Plata: Las condiciones ambientales no afectan esta prueba; preparación y Frecuencia: Realice la titulación de nitrato de plata siempre que se elabore la solución y luego cada dos semanas hasta agotarla. Procedimiento 1. introduzca 10 ml de solución de NaCl 0,01 N en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Agregue 50 ml de agua libre de ione. 3. Determine el pH de la muestra; si no está en el rango de 7-10, ajuste el pH con NaOH 0,02 N o H₂SO₄ 0,02 N, gota a gota. 4. Agregue 1 ml de solución indicadora K₂CrO₄. Posteriormente, titule con solución de AgNO₃ hasta que el color cambie a rojo y amarillo.

Cálculo:

$$V1 \times N1 = V2 \times N2$$

V1 = volumen de nitrato de plata

N1 = normalidad de la solución de nitrato de plata

V2 = volumen de solución de cloruro de sodio

N2 = normalidad de solución de cloruro de sodio



Réplicas: Realice al menos un par de réplicas idénticas (la tolerancia máxima es de 0,1 ml) y considere el promedio. También aplique el procedimiento a las muestras estándar previamente analizadas.

Determinación de Cloruro en Muestras: 1. Medición Preliminar: Mida la conductividad para estimar el rango de concentración de cloruro. Si es necesario, diluya al menos una vez y valide el resultado si la variabilidad del coeficiente es menor al 0.05. 2. Preparación de la Muestra: Pipetee 50 ml de la muestra (o un volumen apropiado) en un matraz Erlenmeyer y diluya hasta 50 ml; determine el pH de la muestra, si no está entre 7 y 10, ajuste con NaOH 0,02 N o H₂SO₄ 0,02 N, gota a gota; Añada 1 ml de solución indicadora K₂CrO₄, que dará un color amarillo brillante a la muestra. 3. Titulación: Titule con solución de nitrato de plata 0,01 N, agitando continuamente, hasta que la tonalidad cambie a amarillo rojizo; registre la cantidad de solución de titulación empleada; continúe la titulación hasta observar una coloración rojo ladrillo. 4. Blanco de Reactivo: Utilice agua desionizada como muestra para ejecutar el blanco del reactivo en las mismas condiciones. Se necesitarán entre 0,2 y 0,4 ml para el blanco. (Severiche et al., 2013)

d. Dureza Total

Titulación de EDTA 0,01 M: Las condiciones ambientales no afectan esta prueba. Preparación de la Disolución de Ca: 1. Caliente la solución estándar de Ca a temperatura normal; 2. Pipetee 10 ml de la solución de Ca en un matraz Erlenmeyer de 250 ml; 3. Vierta 40 ml de agua purificada y 1 ml de solución buffer (ajuste el pH a aproximadamente 10); 4. Añada una



cucharadita de colorante negro de eriocromo T (la solución se volverá burdeos). Valoración: Continúe la titulación con EDTA hasta que se observe un color azul claro.

Cálculo:

$$V(\text{CaCO}_3) \times M(\text{CaCO}_3) = V(\text{EDTA}) \times M(\text{EDTA})$$

$$V(\text{CaCO}_3) = \text{volumen de CaCO}_3$$

$$M(\text{CaCO}_3) = \text{molaridad de CaCO}_3$$

$$V(\text{EDTA}) = \text{volumen de EDTA}$$

$$M(\text{EDTA}) = \text{molaridad de EDTA}$$

Réplicas: Realice al menos dos réplicas idénticas (la diferencia máxima permitida en el volumen utilizado es de 0,1 ml) y calcule el promedio. Aplique el mismo procedimiento a las muestras estándar previamente analizadas; evaluación de la dureza total de la muestra: 1. Deje que la muestra se adapte a la temperatura normal; transfiera 50 ml de la muestra a un matraz Erlenmeyer; incorpore 1 ml de solución tampón y una cucharadita de negro de eriocromo T, lo que dará como resultado un color burdeos. Continúe la titulación con EDTA hasta alcanzar un color azul pálido.

Medición de la dureza de calcio en una muestra: Permita que la muestra llegue a temperatura normal; transfiera 50 ml de la muestra a un matraz Erlenmeyer; agregue 1 ml de solución de NaOH 1N y ajuste el pH a 12-13. agregue más NaOH si es necesario; añada una cucharadita de indicador Murexida (la solución se volverá rosa); titule sin demora con solución de EDTA, puesto que el indicador cambia con facilidad en medios

alcalinos, hasta que el color cambie a púrpura claro. Añada 1-2 gotas adicionales para verificar si hay más cambios en el color. (Severiche et al., 2013).

Figura 5

Análisis de pH, Conductividad eléctrica.



Nota: En la imagen se puede apreciar la medición del Ph y CE.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Resultados

4.1.1 Parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de las aguas subterráneas

a. Parámetros bacteriológicos

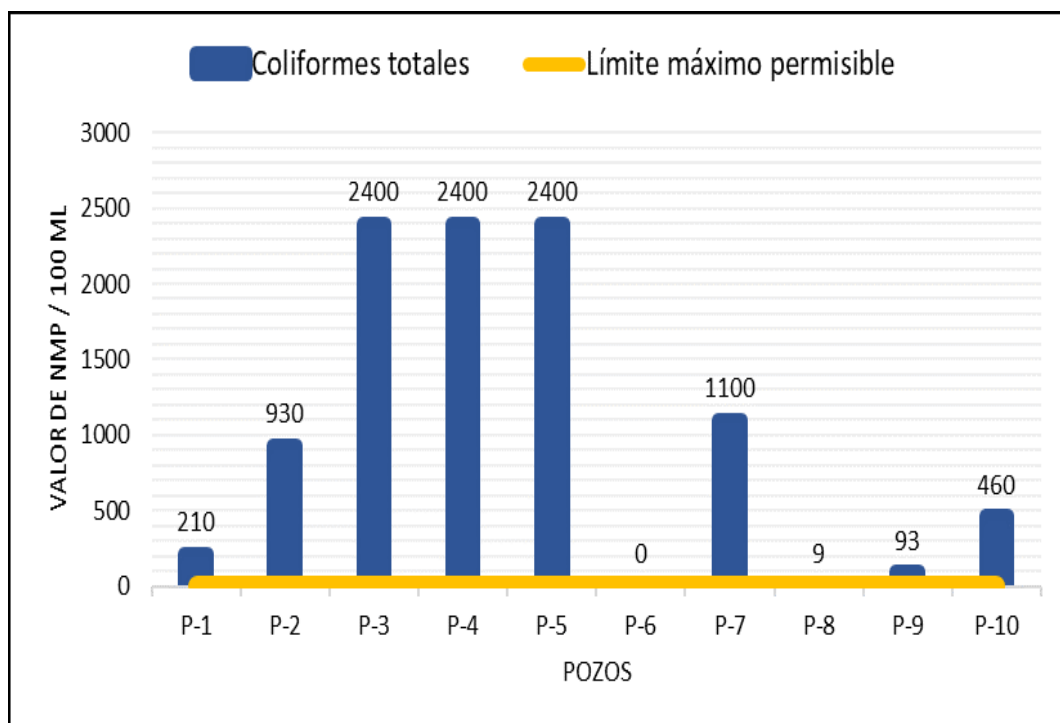
En la Tabla 5 se ve claramente el análisis de Bacterias Coli. totales y Coliformes termotolerantes de aguas subterráneas de los diferentes sitios de muestreo en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, según el Informe N° LCA055 emitido por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras – Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Tabla 5*Parámetros bacteriológicos de aguas subterráneas.*

Parámetros	Bacterias	Bacterias coliformes
	coliformes totales	termotolerantes
Unidad de medida	NMP/100mL	NMP/100mL
P-1	210	150
P-2	930	<3
P-3	2400	<3
P-4	2400	<3
P-5	2400	21
P-6	<3	<3
P-7	1100	43
P-8	9	<3
P-9	93	4
P-10	460	<3
Promedio	1,00.2	21.8

Nota: Parámetros analizados en laboratorio

La concentración de coliformes totales en 10 muestras, muestran un máximo valor de < 2,400 NMP/100 mL. en los pozos 3, 4 y 5, y un valor mínimo en el pozo 6 de < 3 NMP/100 mL. se puede apreciar también que el promedio de la concentración de coli. totales es igual a 1,000.2 760 NMP/100mL, todos estos valores exceden del Límite máximo permisible del D.S. N° 031-2010-SA que es de < 1.8 NMP/100 mL, cabe mencionar que para efectos de interpretación de resultados, el valor de < 1.8 NMP/100 mL. se considera = ausente ya que el límites del nivel máximo tolerado de coli. fecales en agua potable es 1.8 NMP/100 ml.

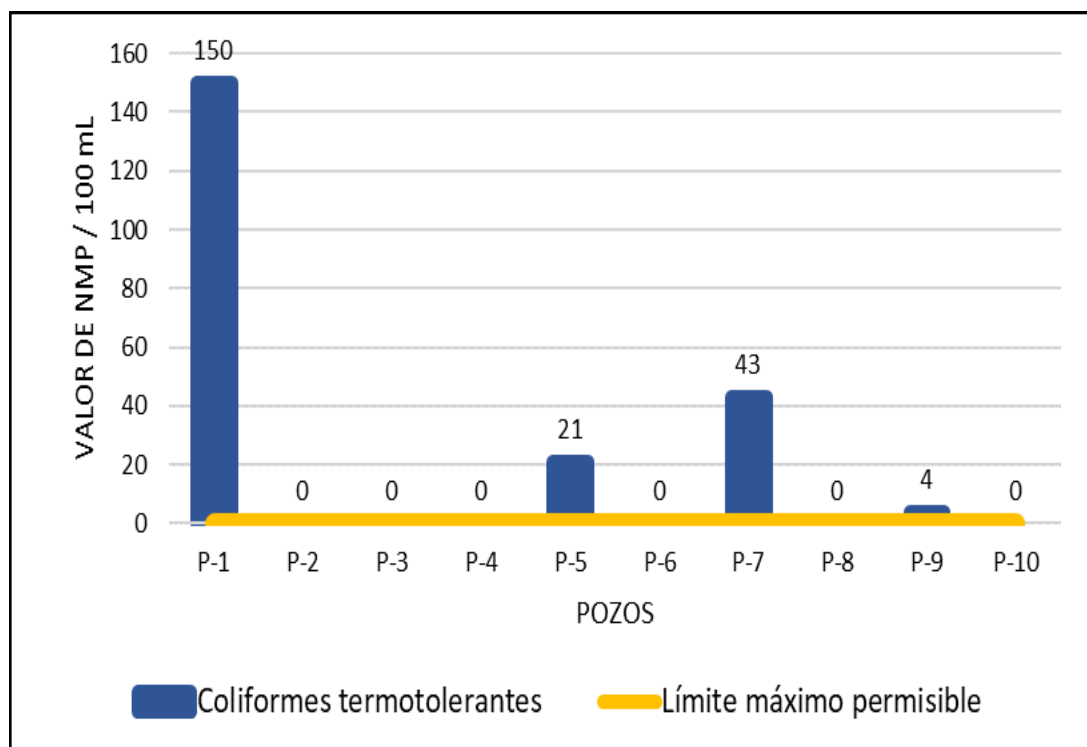
Figura 6*Análisis de Coliformes totales en pozos de agua.*

Nota: De un total de 10 muestras, los pozos 3,4 y 5 exceden de los LMP.

Los niveles de coli. termotolerantes en 10 muestras de agua subterránea de 10 puntos diferentes cuyos resultados están en la Tabla 5, muestran un valor máximo de < 150 NMP/100 mL. en el pozo 1 y un valor mínimo de < 3 NMP/100 mL. En los pozos 2, 3, 4, 6, 8 y 10, se puede observar también que el promedio de los coli. termotolerantes es igual a 21.8 NMP/100mL, todos estos valores exceden del Límite máximo permisible del D.S. N° 031-2010-SA que es de < 1.8 NMP/100 mL, cabe mencionar que para efectos de interpretación de resultados, el valor de < 1.8 NMP/100 mL. se considera = ausente ya que el límites de detección permisible de coli. fecales en agua potable es 1.8 NMP/100 mL.

Figura 7

Análisis de Coliformes termotolerantes en pozos de agua.



Nota: El P1 y P7 de un total de 10 muestras sobrepasan los LMP, indicando que estas aguas tienen que pasar por un tratamiento para que sean aptas para consumo humano.

b. Parámetros físicos

En la Tabla 6 se aprecia los análisis de los parámetros físicos de las aguas de los diferentes puntos de muestreo en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel, según el Informe N° LCA055 emitido por el Laboratorio de Calidad Ambiental.

Tabla 6*Parámetros físicos de aguas subterráneas.*

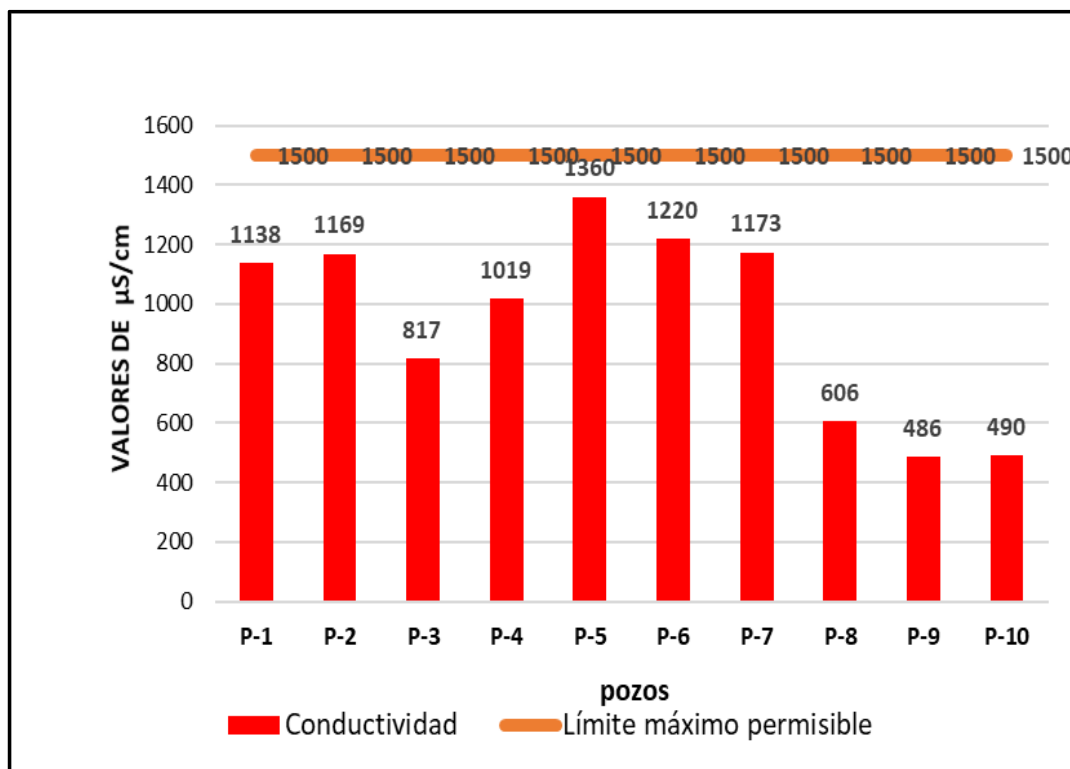
Parámetros	Conductividad eléctrica	Sólidos totales disueltos	Turbidez
Unidad de medida	uS/cm	Mg/L	NTU
P-1	1138	559	4.20
P-2	1169	581	0.84
P-3	817	596	1.32
P-4	1019	416	52.5
P-5	1360	530	34.2
P-6	1220	687	1.10
P-7	1173	637	0.95
P-8	606	601	0.70
P-9	486	319	0.62
P-10	490	251	0.29
Promedio	947.80	517.70	9.67

Nota: Los parámetros fueron analizados siguiendo los protocolos instituidos en el laboratorio de la UANCV.

Los datos derivados de los análisis en las 10 muestras de agua subterránea de 10 puntos diferentes cuyas posiciones se muestran en la Tabla 4, muestran un valor máximo de la CE de 1360 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el pozo 5, y un valor más bajo en el pozo 9 de 486 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se puede observar también que el promedio de la conductividad eléctrica 947.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, todos estas cifras se encuentran por debajo del LMP del D.S. N° 031-2010-SA que es de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 8

Análisis de Conductividad en pozos de agua.



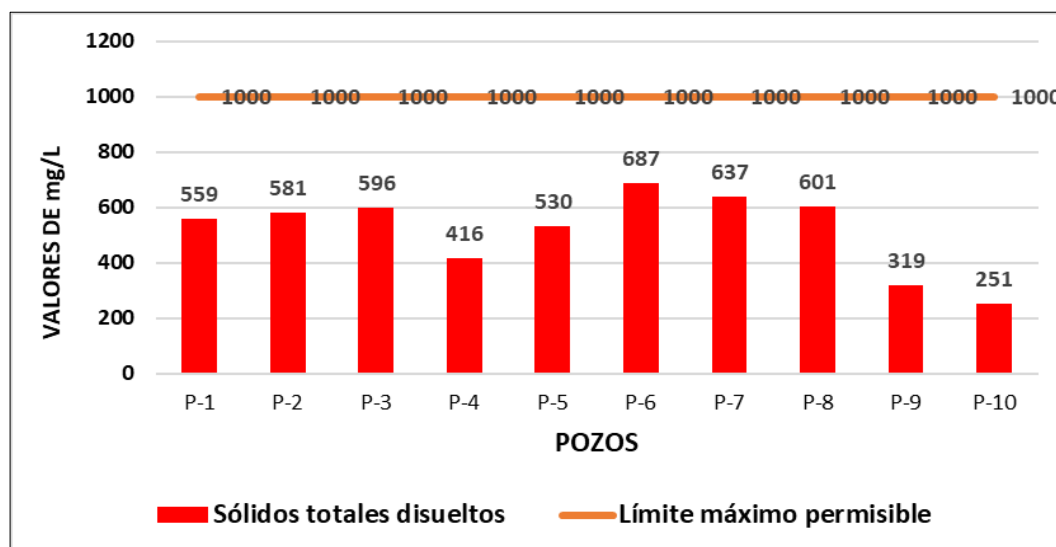
Nota: Los resultados señalan que cada una de las muestras analizadas son consideradas aptas para el consumo humano, según indica la normativa del D.S. N° 031-2010-SA.

Respecto a los STD, se evidencia que el pozo 6 muestra un máximo valor de 687 mg/L y en el pozo 10, 251 mg/L; en cuanto al promedio se puede apreciar que se tiene un valor de 517.70 mg/L. Estos valores se sitúan por debajo del LMP de 1 000 mg/L del D.S. N° 031-2010-SA.

Los parámetros fueron sometidos a análisis de acuerdo con las normas instituidas en los protocolos de análisis de aguas potables y depuradas.

Figura 9

Análisis de sólidos totales disueltos.

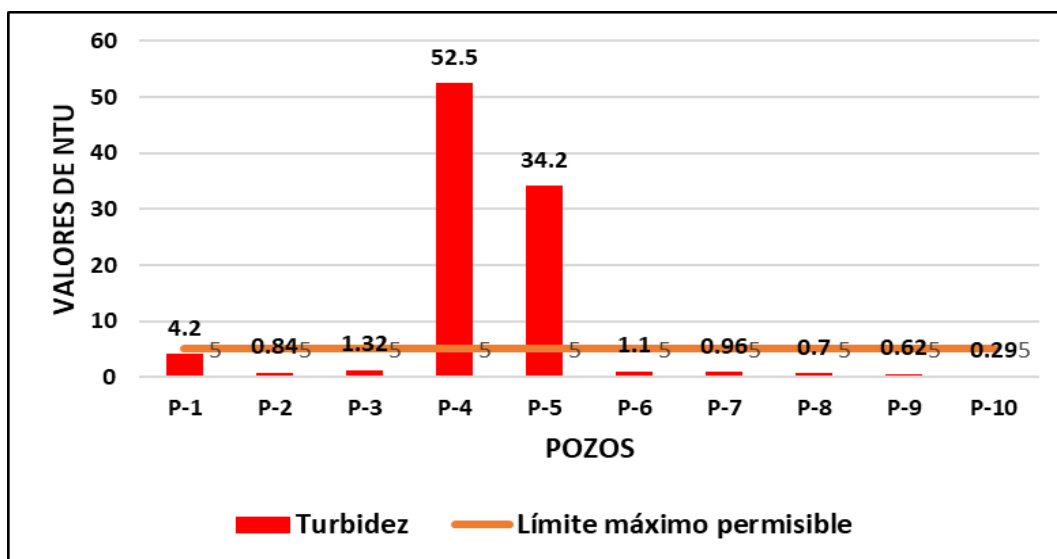


Nota: Resultados obtenidos en Laboratorio.

En cuanto se refiere a la Turbidez, el pozo 10 presenta el menor valor de 0.29 NTU y el pozo 4 presenta el valor máximo de 52.54 NTU, por otro lado el promedio de turbidez presenta un valor de 9.67 NTU, valor que excede el umbral LMP de 5 NTU de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA.

Figura 10

Análisis de turbidez



Nota: 2 muestras de un total de 10 muestras, P4 y P5 exceden los LMP, lo que advierte sobre la no potabilidad de estas aguas.

c. Parámetros químicos**Tabla 7***Parámetros químicos de aguas subterráneas.*

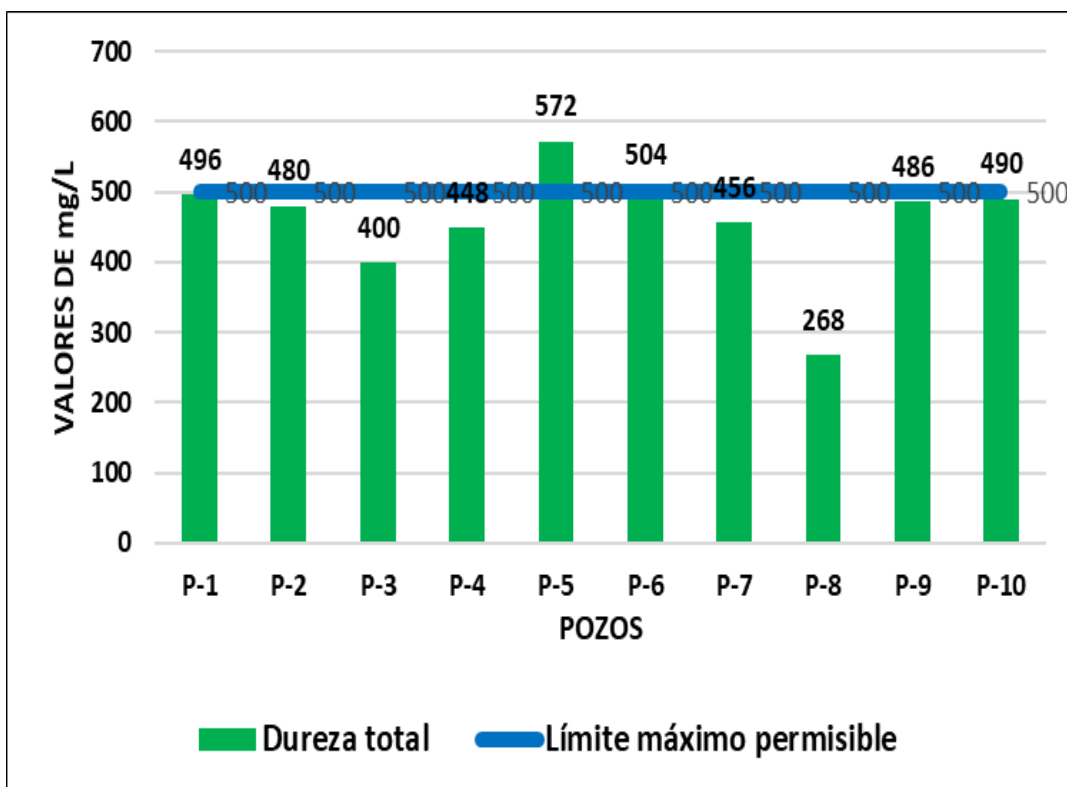
Parámetros	Dureza total	Cloruros	Sulfato	pH
Unidad de medida	Mg/L	Mg/L	Mg/L	Unidad de pH
P-1	496	118.7	74	7.20
P-2	480	140.8	35	8.11
P-3	400	47.4	28	7.70
P-4	448	92.6	41	8.34
P-5	572	161	34	7.70
P-6	504	110.6	41	7.65
P-7	456	100.6	48	7.68
P-8	268	42.3	38	8.25
P-9	486	14.1	27	8.01
P-10	490	12.1	34	8.04
Promedio	460	86.72	40	7.87

Nota: Se aplicaron los métodos regulados APHA para analizar las aguas potables y residuales según los parámetros.

La concentración de las propiedades químicas en las 10 muestras de agua subterránea de 10 puntos diferentes, sus coordenadas se muestran en la Tabla 3, muestran un valor máximo de DT de 572 mg/L en el pozo 5, y un valor mínimo en el pozo 8 de 268 mg/L, se puede observar también que el promedio de la dureza total es de 460 mg/L, el valor promedio se encuentra por debajo del LMP del D.S. N° 031-2010-SA que fue de 500 mg/L.

Figura 11

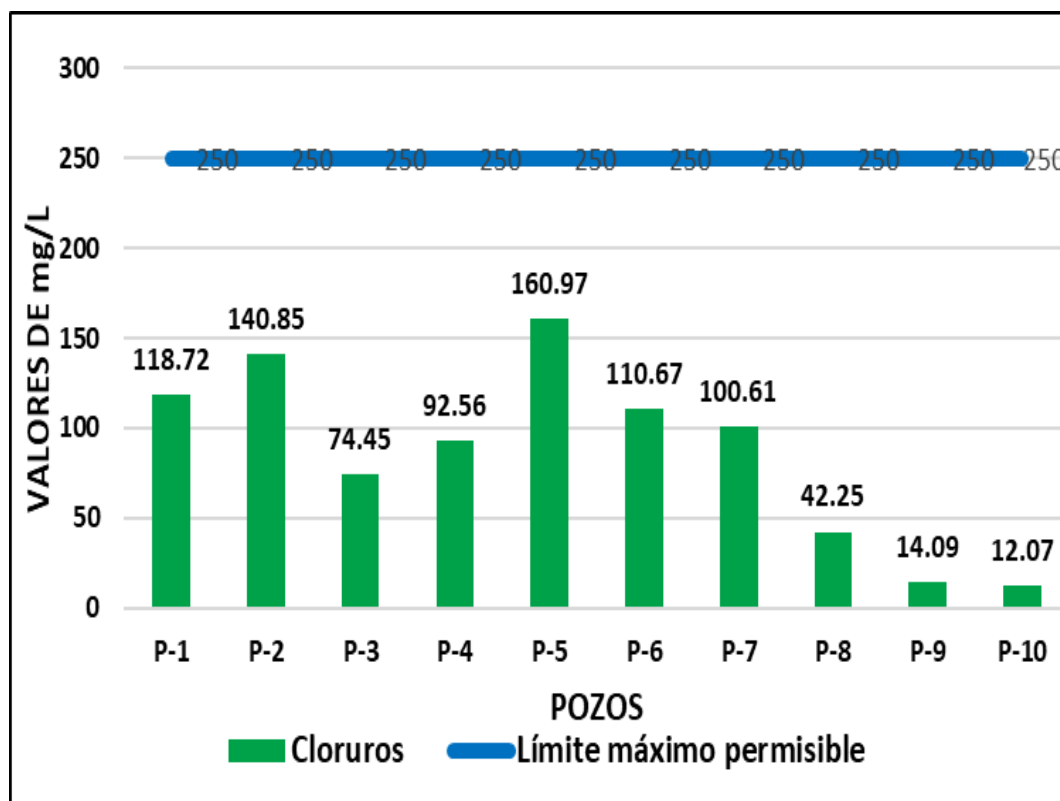
Resultados de dureza total



Nota: La imagen ilustra que de las 10 muestras examinados, 2 de estas muestras referente a los pozos P5 y P6 exceden los Límites Máximos Permisibles.

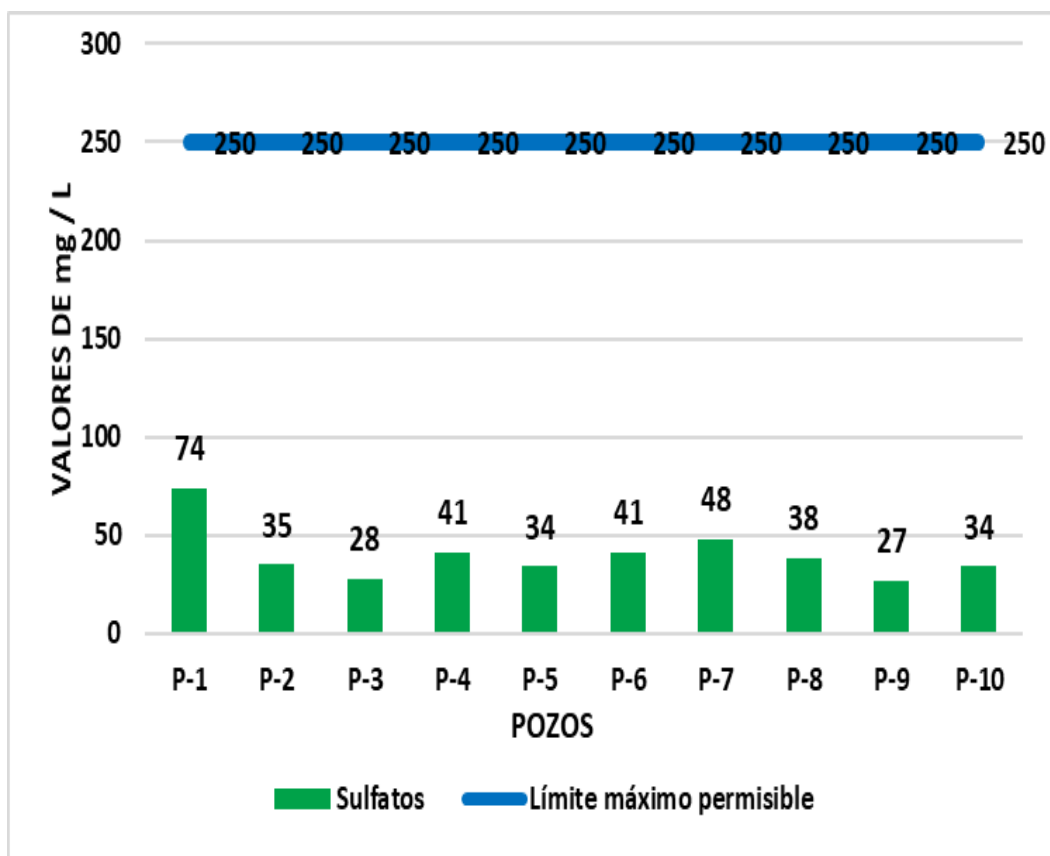
Respecto al contenido de cloruros, se puede apreciar que el pozo 2 tiene una cifra más elevado es de 140.85 mg/L y en el pozo 10 , 12.07 mg/L; en cuanto a la media se puede apreciar que se tiene un valor de 86.72 mg/L. estos valor se encuentran por debajo del LMP de 250 mg/L del D.S. N° 031-2010-SA.

Figura 12

Resultados de cloruros

Nota: Los 10 puntos de muestreo muestran que las aguas son seguras para el consumo humano, dado que sus niveles están dentro de los LMP.

Respecto al contenido de sulfatos, se puede apreciar que el pozo 1 se muestra un nivel máximo de 74 mg/L y en el pozo 9, 27 mg/L; en cuanto al promedio de las diez muestras se puede observar que se tiene un valor de 40 mg/L, estos valores son considerados seguros, ya que no superan los LMP. donde indica que tiene que estar por debajo de los 250 mg/L de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA.

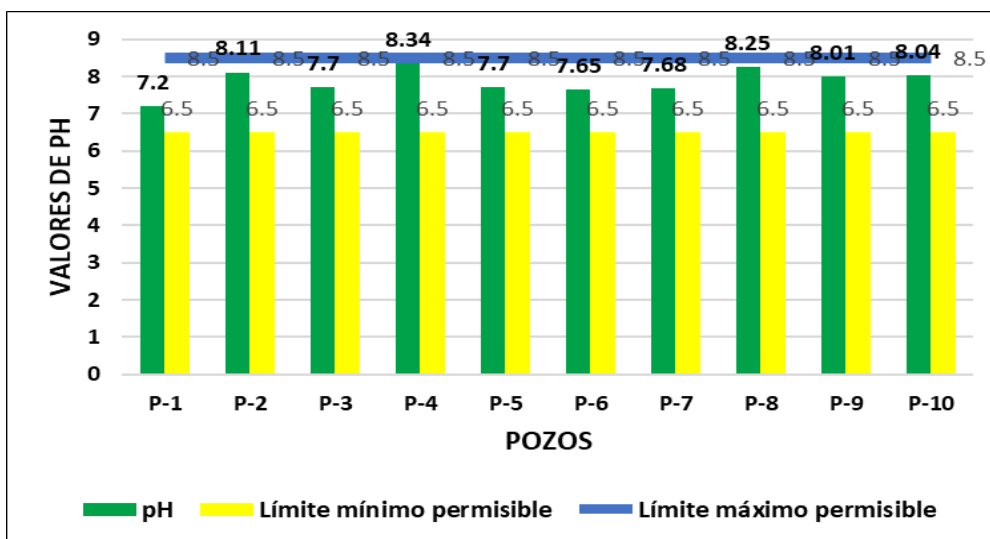
Figura 13*Resultados de Sulfatos*

Nota: La imagen ilustra que de las 10 muestras analizadas, el parámetro del Sulfato se ajusta a los estándares del estado el agua potable, con un límite máximo de 250 mg/L.

En cuanto al pH, se puede apreciar que el pozo 4 muestra un valor máximo de 8.34 y en el pozo 1, se aprecia un valor de 7.20 como mínimo; en cuanto al promedio se puede apreciar que se tiene un valor de 7.87, estos valor se encuentran dentro de los límites permisible de 8.5 como máximo y 6.5 como mínimo contemplado en el D.S. N° 031-2010-SA.

Figura 14

Resultados de pH



Nota: Las 10 muestras se encuentran dentro de los LMP con respecto al pH con sus rangos mínimos y máximos, estas aguas son seguras para beber.

Figura 15

Peachimetro portátil



Nota: En la imagen se aprecia el peachimetro portátil que se utilizó en la toma de muestra.



4.1.2 Comparación de los parámetros con la normativa LMP.

Tabla 8

Parámetros bacteriológicos, físicos y químicos.

N°	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	PUNTO DE MUESTREO										PROMEDIO	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10		
1	Bacterias coliformes totales	NMP/100mL	210	930	2400	2400	2400	< 3	1100	9	93	460	1,000.2	< 1.8
2	Bacterias coliformes termotolerantes	NMP/100mL	150	< 3	< 3	< 3	21	< 3	43	< 3	4	< 3	21.8	< 1.8
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	1138	1169	817	1019	1360	1220	1173	606	486	490	947.80	1500
4	Sólidos totales disueltos	mg/L	559	581	596	416	530	687	637	601	319	251	517.70	1000
5	Turbidez	NTU	4.20	0.84	1.32	52.5	34.2	1.10	0.95	0.70	0.62	0.29	9.67	5
6	Dureza total	mg/L	496	480	400	448	572	504	456	268	486	490	460	500
7	Cloruros	mg/L	118.7	140.9	74.5	92.6	160.9	110.7	100.6	42.25	14.	12.1	86.7	250
8	Sulfatos	mg/L	74	35	28	41	34	41	48	38	27	34	40	250
9	pH	Unidad de pH	7.20	8.11	7.70	8.34	7.70	7.65	7.68	8.25	8.01	8.04	7.87	6.5 a 8.5

Nota: Parámetros analizados en laboratorio.



Al realizar la comparación de los parámetros del estado de las aguas subterráneas, en San Jorge del Distrito de San Miguel, 2023, con los LMP mencionados en el D.S. N° 031-2010-SA, se puede observar lo siguiente:

- La contaminación bacteriana con coli. termotolerantes, exceden el LMP contemplado en el D.S. N° 031-2010-SA en tanto se deduce que en agua de los diez pozos estudiados representa un peligro para la salud humana.
- La contaminación bacteriana con coliformes totales, se encuentra por encima del LMP contemplado en el D.S. N° 031-2010-SA se puede inferir que que en agua de los diez pozos estudiados, no es segura para el consumo humano.
- La CE en los diez pozos tiene valores menores a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (valor máximo permitido) por lo que se puede considerar una conductividad eléctrica adecuada lo que significa que el agua de los diez pozos es apropiada para el consumo de los individuos conforme a este parámetro.
- Los STD en los diez pozos tiene valores menores a 1000 mg/L (valor máximo permitido) por lo que se puede considerar un contenido de STD adecuado lo que implica la situación del agua de los diez pozos cumple con los estándares de consumo humano de acuerdo a este parámetro.
- El valor de la turbidez se encuentra por debajo del máximo permitido a excepción de los pozos 4 y 5 en los cuales este parámetro es extremadamente alto por lo que en promedio de acuerdo a la turbidez el agua es inadecuada para el consumo humano.



- La dureza total del agua de la urbanización San Jorge se encuentra por debajo de los LMP de 500 mg/L a excepción de los pozos 5 y 6 donde presenta valores ligeramente superiores (572 y 504 mg/L) respecto al LMP, mostrando un promedio de 460 mg/L por lo que cumple con los estándares de potabilidad en cuanto se refiere a la dureza total.
- El contenido de cloruros en todos los pozos analizados de la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel presentan valores menores a 250 mg/L que es el LMP, en consecuencia, el agua cumple con los requisitos de calidad para consumo humano en cuanto se refiere al contenido de cloruros.
- El contenido de sulfatos en todos los pozos analizados de la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel presentan valores menores a 250 mg/L que es el LMP, se puede concluir el agua es apta para beber del individuo en cuanto se refiere al contenido de sulfatos.
- El carácter de acidez de las aguas de pozo de la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel presentan valores que se encuentran dentro del rango de 6.5 a 8.5 de pH por lo que se consideran con un valor adecuado de pH, siendo factible su uso para el consumo humano.

4.1.3 Propuestas de tratamiento para aguas subterráneas

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en cuanto se refiere a las bacterias coli. termotolerantes y coli. totales y así como la turbidez, se pudo confirmar que estos valores exceden los parámetros permitidos en el DS N° 031.2010-SA, por lo que en base a estos datos se plantea tres alternativas de tratamiento utilizando tecnologías de carácter convencional de tratamiento de agua empleando filtros lentos de arena para la filtración,



filtros de tierras diatomáceas y filtros empacados, estos filtros son sumamente competentes en la disminución de la turbidez y en la eliminación de microorganismos.

- a. Filtros lentos de arena.-** Es un sistema purificación de agua mediante procesos físicos y biológicos que se utiliza para eliminar impurezas en suspensión, coloides, reducir bacterias, virus y retener sustancias que pueden ser depósitos de flóculos, calcio, hierro y manganeso.

Ventajas

- Alta tasa de eliminación de patógenos
- Elimina color, olor, turbidez, y restos de Fe,
- Son fabricados con materiales que se encuentren en el entorno.
- Sencilla construcción, mantenimiento y operación.
- La filtración se realiza por gravedad, por lo que la operación no necesita energía.
- Tienen una larga vida útil (aproximadamente > 10 años)
- No se requiere la adición de sustancias químicas.

Desventajas.- Las desventajas son:

- La biocapa madura en 20 a 30 días.
- Baja capacidad para inactivar virus.
- Si el agua tiene una turbiedad mayor (>30 NTU), puede provocar la obstrucción del filtro y que se requiera un mayor mantenimiento.
- Es necesario el uso regular del filtro.
- Los compuestos disueltos no pueden excretarse.



- La baja temperatura que soporta la zona de estudio disminuye el rendimiento del proceso por la baja actividad biológica.

b. Filtros de tierras diatomáceas.- Este filtro es adecuado para aguas con niveles bajos de bacterias así como una baja turbidez (menos de 10 unidades de turbidez), si se mantiene el grosor de la capa interna de tierra de diatomeas, el filtrado puede resultar complicado. En el caso de un filtro directo, el agua se trata con coagulantes, pero no abarca una etapa de sedimentación. En esta situación, la eficiencia de eliminación de virus puede alcanzar entre el 90% y el 99%.

Ventajas.-

- Alta tasa de eliminación de patógenos.
- Elimina bacterias, turbidez, olor y color.
- Los costos de inversión y administración son relativamente bajos.
- Sencilla construcción, operación y mantenimiento.

Desventajas.- Las desventajas son las siguientes:

- Son útiles sólo en casos de baja turbidez y bajo contenido bacteriano.
- No retienen materia orgánica
- La baja temperatura reduce la eficiencia del proceso debido a la reducida actividad biológica.

c. Filtros empacados.- Este tipo de filtros contienen todos los pasos de filtración en una sola unidad, se usa ampliamente en el tratamiento de aguas superficiales para eliminar turbidez, color y E. coli.

Ventajas.- Las principales ventajas son:

- Alta tasa de eliminación de patógenos.
- Elimina turbidez, color, olor y restos de Fe.
- Sus dimensiones son compactas.
- Ventajas costo/beneficio
- Relativamente fácil de usar y operar.

Desventajas.- Las desventajas son:

- Su principal desventaja es que si la turbidez del agua cambia significativamente con el tiempo, el operador debe ser consciente de ello y estar suficientemente capacitado para afrontar las variaciones del estado del agua.

Figura 16

Medición de la temperatura



Nota: Toma de muestra de la temperatura con el peachimetro.

4.1.4 Contrastación de hipótesis

Tabla 9

Prueba de normalidad de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos

Parámetro	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Bacterias coliformes totales	0.807	10	0.018
Bacterias coliformes termotolerantes	0.552	10	0.000
Conductividad eléctrica	0.882	10	0.136
Sólidos totales disueltos	0.890	10	0.171
Turbidez	0.580	10	0.000
Dureza total	0.854	10	0.065
Cloruros	0.946	10	0.622
Sulfatos	0.793	10	0.012
pH	0.937	10	0.519

Nota: Resultados mediante el software SPSS

a. Prueba de hipótesis 1

Ho: Los niveles de los parámetros bacteriológicos de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel, 2023, exceden los LMP.

Ha: Los niveles de los parámetros bacteriológicos de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel, 2023, no exceden los Límites Máximos Permisibles.

Estadística y regresión crítica de la prueba:

Si p valor es $< \alpha$: entonces se rechaza H_0

Si p valor es $> \alpha$: entonces no se rechaza H_0

En el estadígrafo se obtuvo **p - valor** de:



- Bacterias coliformes totales= 0.018
- Bacterias termo tolerantes = 0.000
- Siendo $\alpha = 0.05$

Decisión:

Dado que los valores de p-Valor obtenidos están por debajo de α , se rechaza la H_0 , lo que implica que las bacterias coli. totales las bacterias termotolerantes presentan una distribución no gaussiana. Esto indica que los datos no permanecen dentro del intervalo de confianza del 95%.

b. Prueba de hipótesis 2

H_0 : Los niveles de los parámetros fisicoquímicos de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023, exceden los LMP.

H_a : Los niveles de los parámetros fisicoquímicos de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023, no exceden los LMP.

Estadística y regresión crítica de la prueba:

Si p valor es $< \alpha$: entonces se rechaza H_0

Si p valor es $> \alpha$: entonces no se rechaza H_0

En el estadígrafo se obtuvo **p - valor** de:

- Conductividad eléctrica- = 0.136
- Sólidos totales disueltos = 0.171

- Turbidez = 0.000

Siendo $\alpha = 0.05$

Decisión:

Ya que los valores de **p – valor** obtenidos son mayores que α , para el caso de la CE y los ST la **H₀** se rechaza, por lo que, la conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos obedecen una distribución normal, indicando que los datos son aceptables y de confianza del 95%. En el caso de la turbidez ocurre lo contrario.

4.2 Discusión de resultados

- Los valores de los parámetros bacteriológicos mostraron un valor máximo de < 2,400 NMP/100 mL. y un valor mínimo de < 3 NMP/100 mL. se puede observar también que el promedio de la manifestación de bacterias Coliformes totales es igual a 1,000.2 NMP/100mL. Para el caso de las bacterias Coliformes termotolerantes, se determinó. un valor máximo de < 150 NMP/100 mL y un valor mínimo de < 3 NMP/100 mL. Observándose un promedio de 21.8 NMP/100mL; Haciendo una comparación con los estudios de, Sandoval, (2021) en su investigación encontró un valor promedio de coli. totales igual a 109.60 UFC/100mL. y coli. termotolerantes ausentes; así mismo, Soriano (2028), en su estudio encontró un valor máximo de coli. totales de 567 NMP/100 mL y coli. termotolerantes 187 NMP/100 mL y un valor mínimo de coli. totales de 445 NMP/100mL y 19 NMP/100 mL; por otro lado Molina (2018) también encontró que las bacterias termotolerantes tenían un valor de 23 NMP/100 mL; así mismo, Apaza y Halacocca (2018), en su estudio también encontraron un valor promedio de coli. totales 217.6 UFC/100 mL. y coli.

termotolerantes 1.5 UFC/100 mL; por último Curo (2017), en su tesis, determinó que, el valor promedio de coliformes totales fue de 217.6 UFC/100 mL. y coli. termotolerantes 1.5 UFC/100 mL; se puede apreciar que prácticamente el agua subterránea de la región es, en su totalidad, no potable.

- Respecto a los parámetros fisicoquímicos, estos mostraron un valor máximo de CE de 1360 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un umbral mínimo de 486 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se puede observar también que el promedio de la CE 947.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$; así mismo, los sólidos totales disueltos tuvieron un umbral máximo de 687 mg/L y un valor mínimo de 251 mg/L, teniendo un promedio de 517.70 mg/L; en lo que concierne a la turbidez, el máximo valor encontrado fue de 52.54 NTU y el mínimo de 0.29 NTU con un promedio de 9.67 NTU; en cuanto a los parámetros químicos se determinó que la DT máxima fue de 572 mg/L y mínima de 268 mg/L, siendo el promedio de 460 mg/L; igualmente en el caso de cloruros, se determinó un valor máximo de 140.85 mg/L mínimo de 12.07 mg/L, siendo el promedio de 86.72 mg/L; para los sulfatos, se determinó un máximo de 74 mg/L y mínimo de 9.27 mg/L, siendo el promedio de 40 mg/L; por último el valor máximo de pH encontrado fue de 8.34 y mínimo 7.20 con un promedio de 7.87; comparando estos resultados con los antecedentes nacionales, según Sandoval (2021), en su estudio encontró que la conductividad y los ST, sulfatos y cloruros tuvieron valores superiores al del presente estudio, en el caso de la turbidez, no, así los otros parámetros; por otra parte Soriano (2028), encontró valores muy por debajo de los hallados en la investigación a excepción de los sulfatos que tienen valor superior al de la investigación; de forma similar, Molina (2018), evidenció en su estudio valores de conductividad, sólidos totales y sulfatos (1354 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 1026 mg/L, 1026 mg/L)



superiores al de la presente investigación, una turbidez muy por debajo y un pH prácticamente similar; Apaza y Halacocca (2018), en su estudio, determinó cifras de los parámetros físicos turbidez, conductividad y ST muy inferiores a los valores establecidos en esta investigación; por último, Curo (2017) en su tesis, determinó una turbidez de 2.1 NTU, conductividad 1793 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y sólidos totales 895.5 mg/L, valores muy diferentes a los encontrados en el estudio, el pH que determinó fue prácticamente igual.

- En el análisis comparativo de la calidad del agua subterráneas en la urbanización San Jorge del Distrito de San Miguel con los LMP, se pudo determinar que los coli. totales y coli. termotolerantes, se hallan por encima de los LMP; la conductividad eléctrica un valor a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en consecuencia, el agua cumple con este parámetro y es segura para beber; igualmente los sólidos totales disueltos; respecto a la turbidez, este valor se encuentra muy por encima de los LMP; en cuanto a los cloruros, el valor encontrado se encuentra por debajo de 250 mg/L que es el LMP, por lo que el agua se considera apta para el consumo humano; igualmente los sulfatos y el pH también permanecen dentro de los límites autorizados; comparando con las referencias nacionales, las mismas que corresponden a estudios realizados en zonas muy similares a la del presente estudio, Sandoval (2012), determinó que los sólidos disueltos, turbidez, sulfatos, dureza total y cloruros, está dentro de los LMP, excepto la conductividad eléctrica, en el caso de los coli. totales y los termotolerantes, estos exceden de los LMP; Gutiérrez (2019), determinó que las aguas subterráneas también están contaminadas por los parámetros bacterianos; Soriano (2018), en su tesis concluyó que las aguas subterráneas no es aceptable debido a contaminación con coli. totales



y termotolerantes, los cuales superan los LMP, respecto a los parámetros fisicoquímicos, la turbidez excede de los LMP; Molina (2018), en su tesis, concluyó que los parámetros STD y la dureza superan los LMP así mismo las bacterias termotolerantes; por su parte Apaza y Halacocca (2018), en su tesis determinó que los parámetros fisicoquímicos se hallan fuera de los LMP a excepción de la dureza total, igualmente los parámetros microbiológicos también se hallan fuera de los LMP; así mismo, Curo (2017), en su tesis, concluyó que los parámetros bacteriológicos exceden los LMP, los parámetros fisicoquímicos se hallan debajo de los LMP a excepción de la conductividad eléctrica.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Se determinó la concentración de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de aguas subterráneas en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel y según los datos del laboratorio, los análisis de los parámetros microbiológicos para las bacterias coli. totales tuvieron un valor máximo de 2,400 NMP/100 mL en los pozos 3, 4 y 5; igualmente presentaron un valor mínimo de <3 en el pozo 6; así mismo para las bacterias coli. termo tolerantes, los pozos 1 y 7 mostraron valores de 150 y 43 NMP/100 mL, y valores mínimos de <3 en los 2, 3, 4, 6, 8 y 10; por su parte los análisis de los parámetros fisicoquímicos mostraron los siguientes valores promedios: Conductividad eléctrica 947.80 $\mu\text{S}/\text{cm}$, STD 517.70 mg/L y turbidez 9.67; respecto a la dureza total el valor promedio alcanzado fue de 460 mg/L, los cloruros alcanzaron valores promedio de 86.72 mg/L, Sulfatos 40 mg/L y pH 7.87 unidades de pH.

SEGUNDA: Se comparó los parámetros de la situación de las aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, con los LMP mencionados en el D.S. N° 031-2010-SA, concluyéndose que: Los valores de las bacterias coliformes totales en los pozos 3, 4 y 5 y coliformes termo tolerantes en los pozos 1 y 7 sobrepasan los LMP, igualmente en el caso del parámetro fisicoquímico turbidez, los pozos 4 y 5 sobrepasan los LMP igualmente pasa en los pozos 5 y 6 para la dureza total, el caso de la conductividad, sólidos totales, cloruros, sulfatos y el pH cumple con los límites establecidos por los LMP.

TERCERA: Se sugirió como propuesta de tratamiento de las subterráneas de la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, se optará por un filtro lento de



arena, un método tradicional de filtración, para eliminar bacterias del agua. (Iriarte Mendivil, 2020)



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Los futuros tesisistas deberían realizar estudios similares incidiendo en estudios físicos, químicos y microbiológicos, en los puntos de suministro como ríos lagunas y entre otros, para determinar los agentes contaminantes y así tomar acciones concretas para proteger la salud de las personas.

SEGUNDA: Se recomienda, realizar estudios e investigaciones que facilitarán la comprensión del estado del agua subterránea tomando en cuenta las diferentes épocas del año puesto que las características de las aguas subterráneas son diferentes en cada época del año.

TERCERA: Se invita a los próximos investigadores a realizar investigaciones que contemplen la apertura de pozos de agua empleando componentes estructurales adecuados y técnicamente diseñados, empleando sistemas de protección y utilizar sistemas de tratamiento tales como la filtración a fin de potabilizar el agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza Sanca, A. F., & Halacocca Titto, C. R. (2018). *Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de los pozos de la urbanización Satélite, Juliaca*: [Universidad Andina Néstor Caceres Velásquez - Facultad de Ciencias de la Salud - Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica].
- Arbito Quituisaca, J. A. (2019). *Caracterización del agua subterránea para ver si sirve para las actividades humanas y la producción, en el Cantón Pasaje* [Universidad Técnica de Machala - Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias - Carrera de Ingeniería Agronómica]. <https://n9.cl/8qr5w>
- Bautista Diaz, G. A. D., & Sarmiento Andújar, G. (2018). *Evaluación de la potabilidad del agua en los pozos del municipio de Amapalaa, Valle, Honduras* [Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano - Honduras]. <https://shre.ink/DDaj>
- Cárdenas Ochoa, D. N. (2020). *Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea que Suministra a la Comunidad de la Vereda el Tablón en el Municipio de Santa Rosa de Viterbo* [Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD - Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente]. <https://shre.ink/DDa3>
- Carrillo Zapata, E. M., & Lozano Caicedo, A. M. (2018). *Validación de la eficacia de la metodología para determinar la presencia de coliformes totales y fecales en agua potable, mediante Agar Chromocult*. [Pontificia Universidad Javeriana - Facultad de Ciencias - Carrera Microbiología Industrial]. <https://shre.ink/DDaL>



Curo Vilca, M. (2019). *Calidad bacteriológica y fisicoquímica de agua en pozos confines de consumo humano en el distrito de Huata - Puno 2018.*

Universidad Nacional del Altiplano - Facultad de Ciencias Biológicas -
Escuela Profesional de Biología.

Díaz Bautista, G. A., & Sarmiento Andújar, G. (2018). *Evaluación de la calidad del agua potable en los pozos del municipio de Amapala, Valle, Honduras*

[Escuela Agrícola Panamericana- Carrera de Ambiente y Desarrollo].

<https://shre.ink/DDaA>

Fundacion Nacional De Salud. (2013). *Manual Práctico De Análisis De Agua. En Manual Práctico De Análisis De Agua: Vol. 4ta edicio.*

<http://www.saude.gov.br/bvs>

García Noblejas, R. F. (2019). *Análisis de la calidad del agua potable y la opinión de la comunidad en el anexo de Cantarizu, Provincia de Oxapampa, Región*

Pasco, [Universidad Nacional Daniel Alcides Carreón - Facultad de Ingeniería - Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental].

<https://shre.ink/DDa5>

Gómez Hernandez, S. P., & Rojas Cano, S. M. (2014). *Afectación ambiental de la calidad de agua de la quebrada Cascabe originada en la actividad minera*

artesanal del Municipio de Marmato, departamento de Caldas [Universidad de Manizales - Maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente].

<https://shre.ink/DDaq>

Gutiérrez Araujo, M. K. (2019). *Calidad Bacteriológica de las aguas subterráneas para tomar en el pueblo de Virù, que está en el distrito de Virù Perú, 2018*

[Universidad Nacional de Trujillo - Escuela de Posgrado - Unidad de



Posgrado en Ciencias Biológicas]. <https://shre.ink/DDaS>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2017).

Metodología de la investigación (McGRAW-HILL (ed.)). <https://shre.ink/DDae>

Higiene ambiental.com. (2018). *¿Que nos dice la turbidez sobre la calidad del agua potable?* Aire, Agua y Legionella. <https://n9.cl/1116g>

IGRAC - International Groundwater Resources Assessment Centre. (2023). *¿Qué es el agua subterránea?* UNESCO. <https://n9.cl/isp11>

Iriarte Mendivil, R. (. (2020). *Nuevas tendencias en tecnologías de purificación de aguas* (Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Ambiente Natural. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/150093>

Larrea Murrell, J. A., Rojas Badia, M. M., Romeu Álvarez, B., Rojas Hernandez, N. mercedes, & Heydrich Pérez, M. (2015). Bacterias indicadoras de la contaminación fecal en el agua: una revisión de la literatura *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 44(Contaminación fecal), 24–34. <https://n9.cl/gywhm>

Mejía Clara, M. R. (2005). *Análisis de la calidad del agua y la percepción comunitaria sobre tecnologías apropiadas para la desinfección a escala domiciliar en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. [CATIE - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza].

Molina Gutiérrez, L. Y. (2018). *Propuesta para el aprovechamiento del agua subterránea del distrito de Uraca-Corire para consumo humano, con análisis fisicoquímicos y microbiológicos para garantizar la seguridad* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa - Facultad de Ciencias Naturales y Formales - Escuela Profesional de Química]. <https://n9.cl/irz6z>



Morales Casique, E. (2022). *La contaminación del Agua Subterránea*. CONASIT - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - Gobierno de México.

<https://short-link.me/L1TQ>

Obón de Castro, J. M. (2018). Análisis Microbiológico Del Agua. En *Análisis microbiológico de aguas* (pp. 73–80). <https://doi.org/10.2307/j.ctt1zk0mfb.13>

Ogreen. (2022). *El análisis de agua para consumo humano y su importancia*.

Ricardo Delfín. <https://shre.ink/DDaM>

Petrucci, R. H. (2017). *Química General .- Principios y Aplicaciones* (PEARSON (ed.); 11a ed.).

Rivas Robles, I., Espinoza Niño, F., Hernández Cruz, F., Guzmán Monterrosa, H., & Pérez Hernández, H. (2019). Caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea del municipio de Villa de Acapetahua, Chiapas, México. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 17, 1541–1545. <https://shre.ink/DDab>

Rivera, J. M., Andreoli, Y. E., Puricelli, M. M., Castellari, C. C., Marcos Valle, F. J., & Pegoraro, C. N. (2020). Calidad bacteriológica y los niveles de nitratos en aguas subterráneas a lo largo del año. *La Alimentación Latinoamericana*. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/139424>

Sandoval Condori, E. R. (2021). *Análisis de la potabilidad del agua de los pozos tubulares en Moro Paucarcolla, Puno 2019* [Universidad Privada San Carlos - Puno.- Facultad de Ingenierías - Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental].

/Users/DELL/Downloads/Esteban_Rolando_SANDOVAL_CONDORI.pdf

Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). *Manual de Métodos Analíticos*



para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas.

<https://short-link.me/NleF>

Sierra Ramírez, C. A., & López Escobar, L. D. (2011). *Calidad del agua : Evaluación y diagnóstico* (1a. ed.). Medellín : Bogotá : Universidad de Medellín ; Ediciones de la U.

<https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UP.111055>

Soriano Dilas, M. (2018). *Evaluación de la calidad del agua subterránea para consumo humano en Pata - 2018* [Universidad privada del norte - Facultad de Ingeniería - Carrera de Ingeniería Ambiental]. <https://shre.ink/DDag>



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

ENFOQUE: Cuantitativo **DISEÑO:** No experimental, **NIVEL:** Explicativo, **POBLACIÓN:** 50 pozos de agua subterránea **MUESTRA:** 10

Pozos de agua subterránea

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>GENERAL</p> <p>¿Cuál es calidad bacteriológica y fisicoquímica de aguas subterráneas, en la urbanización san Jorge del distrito de San Miguel, 2023?</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la concentración de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023? ¿Los parámetros de calidad de las aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023, están de acuerdo con los Límites Máximos permisibles? ¿Cuál es el tratamiento adecuado de las aguas subterráneas en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023 a fin de lograr los parámetros permisibles en el Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano DS N° 031.2010-SA? 	<p>GENERAL</p> <p>Evaluar calidad bacteriológica y fisicoquímica de aguas subterráneas, en la urbanización san Jorge del distrito de San Miguel, 2023.</p> <p>ESPECIFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar la concentración de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de aguas subterráneas, en la urbanización san Jorge del distrito de San Miguel, 2023. Comparar los parámetros de calidad de las aguas subterráneas, en la urbanización san Jorge del distrito de San Miguel, 2023, con los Límites Máximos permisibles Proponer un tratamiento adecuado de las aguas subterráneas en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023 a fin de lograr los parámetros permisibles en el Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano DS N° 031.2010-SA. 	<p>GENERAL</p> <p>La calidad bacteriológica y fisicoquímica de aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023, no es adecuada para el consumo humano.</p> <p>ESPECIFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> La concentración de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos de aguas subterráneas, en la urbanización san Jorge del distrito de San Miguel, 2023, exceden los Límites Máximos Permisibles. Los parámetros de calidad de las aguas subterráneas, en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023, difieren de los Límites Máximos Permisibles. El tratamiento de las aguas subterráneas en la urbanización San Jorge del distrito de San Miguel, 2023 mejorará la Calidad del Agua para consumo humano 	<p>INDEPENDIENTE</p> <ol style="list-style-type: none"> Calidad bacteriológica y fisicoquímica. <p>DEPENDIENTE</p> <ol style="list-style-type: none"> Aguas subterráneas. 	<ol style="list-style-type: none"> Parámetros bacteriológicos, Parámetros físicos, Parámetros químicos. Comparación de parámetros de calidad con los Límites Máximos Permisibles. Propuesta de tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Bacterias coliformes totales - Bacterias coliformes fecales. - Temperatura - Conductividad - Sólidos totales disueltos - Turbidez - pH - Sulfatos - Cloruros - Dureza Total <ul style="list-style-type: none"> - D.S. N° 031-2010-SA, 2010) - Potabilización de aguas subterráneas



Anexo 2. Resultados de análisis de aguas



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

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA055

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : Deisy Kenyi Apaza Mamani
- 1.2. Proyecto : EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTEREOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Aguas
- 2.2. Numero de muestras : 10
- 2.3. Muestreado por : Deisy Kenyi Apaza Mamani
- 2.4. Fecha de ensayo : 02 - 07/09/2023
- 2.5. Departamento : Puno
- 2.6. Provincia : San Román
- 2.7. Distrito : San Miguel
- 2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
P - 1	E: 378329 N: 8290503	01/09/2023	8:48
P - 2	E: 378328 N: 8290465	01/09/2023	9:08
P - 3	E: 378313 N: 8290404	01/09/2023	9:28
P - 4	E: 378317 N: 8290552	01/09/2023	9:48
P - 5	E: 378405 N: 8290484	01/09/2023	10:08
P - 6	E: 378441 N: 8240563	01/09/2023	10:18
P - 7	E: 378350 N: 8290644	01/09/2023	10:30
P - 8	E: 378551 N: 8290827	01/09/2023	10:58
P - 9	E: 378519 N: 8290683	01/09/2023	11:10
P - 10	E: 378588 N: 8290671	01/09/2023	11:30



N° B.E.: 0026886
Página 1 de 2



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

III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10
Temperatura	°C	13.1	11.4	13.8	16.5	15.0	15.2	19.5	15.8	14.8	17.7
pH	-	7.2	8.11	7.70	8.34	7.70	7.65	7.68	8.25	8.01	8.04
C. Eléctrica	μS/cm	1138	1169	817	1019	1360	1220	1173	606	486	490
Turbidez	NTU	4.20	0.84	1.32	52.5	34.2	1.10	0.95	0.70	0.62	0.29
Sólidos totales disueltos	mg/l	559	581	596	416	530	687	637	601	319	251
Dureza total	mg/l	496	480	400	448	572	504	456	268	200	164
Cloruros	mg/l	118.72	140.85	74.45	92.56	160.97	110.67	100.61	42.25	14.08	12.07
Sulfatos	mg/l	74	35	28	41	34	41	48	38	27	34
Coliformes totales	NMP/100ml	210	930	2400	2400	2400	<3	1100	9	93	460
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	150	<3	<3	<3	21	<3	43	<3	4	<3

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. 200

Juliaca, 11 de setiembre del 2023

UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N° B.E.: 0026886
Página 2 de 2



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 30-09-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DEISY KENYI APAZA MAMANI

Dirección: AV. INDEPENDENCIA N° 412

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76985223

Teléfono: 920535619 email: KENYI.MAMANI99@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: Magr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y

FISICOQUÍMICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA

URBANIZACIÓN SAN JORGE, SAN MIGUEL 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): SUBTERRÁNEAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL P-22

Firma de Autor



huella digital

30 DE SETIEMBRE 2024

Fecha