



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



**INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA**  
**SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO**  
**EN LA URBANIZACIÓN TEPRO**  
**ESCURI, 2023**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**Bach. BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA**

**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**

**INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA**  
**SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO**  
**EN LA URBANIZACIÓN TEPRO**  
**ESCURI, 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

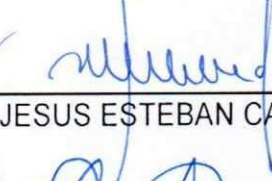
PRESIDENTE

:   
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

PRIMER MIEMBRO

:   
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:   
M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:   
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 452-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de setiembre de 2024

**VISTOS:**

El OFICIO N° 081-2024-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°424-2024 de fecha 28 de agosto de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 2023**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el Bachiller: **BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 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;

* <b>Presidente</b>	:	<b>Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES</b>
* <b>1er Miembro</b>	:	<b>Dr. LEONEL SUASACA PELINCO</b>
* <b>2do Miembro</b>	:	<b>M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA</b>
* <b>Asesor</b>	:	<b>Dr. EFRAIN PARILLO SOSA</b>

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: **BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

* <b>FECHA</b>	:	miércoles 25 de setiembre de 2024
* <b>HORA</b>	:	09:00
* <b>LUGAR</b>	:	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  
Dr. MILTON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS  
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADEMICO  
CIP. 95531



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 424-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 28 de agosto de 2024

**VISTOS:**

El **INFORME N° 155-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **INFORME N° 023-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1318-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **04 de diciembre de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **15 de agosto de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 2023.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 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** : **Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- \* **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- \* **2do Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 2023.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 905-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 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: **BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 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 **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.**

**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,

C.c.  
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 PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP/ 95531



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1318-2023-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 04 de diciembre 2023

**VISTOS:**

El, **INFORME N° 727-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 091-2023-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 04-2023-UANCV-FICP-UI-CI** 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 **07 de noviembre de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 2023.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 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** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- \* **1er Miembro** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- \* **2do Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 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: **BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 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 externa, de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **M.Sc. LILY ZEA GONZALES.**

**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.

cc.  
archivo 2023  
interesado (a)

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. EFRAIN PARELLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP 85531



## INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 2023

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**21** %

INDICE DE SIMILITUD

**20** %

FUENTES DE INTERNET

**8** %

PUBLICACIONES

**12** %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez</b> Trabajo del estudiante	<b>5</b> %
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>3</b>	<b>repositorio.uancv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>repositorio.unu.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>5</b>	<b>repositorio.upsc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>7</b>	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>8</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la Tesis</b>	
INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 2023	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71920438
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-2500-4862">https://orcid.org/0009-0005-2500-4862</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Contaminación y calidad ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento

<p>Ubicación geográfica de la investigación</p>	<p><b>País:</b> Perú <b>Departamento:</b> Puno <b>Provincia:</b> San Román <b>Distrito:</b> San Miguel Urbanización Trepo Escuri <b>Coordenadas:</b> <b>Latitud:</b> -15.459904 <b>Longitud:</b> -70.130323</p>  <p><b>Geolocalización</b> <a href="https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1XfNFevNTCtqUViLXgyBVtUZrggrT-8I&amp;ll=-15.459608982308385%2C-70.13126187301636&amp;z=17">https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1XfNFevNTCtqUViLXgyBVtUZrggrT-8I&amp;ll=-15.459608982308385%2C-70.13126187301636&amp;z=17</a></p>
<p>Año o rango de años en que se realizó la investigación</p>	<p>Agosto 2023 – Setiembre 2024</p>
<p>URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería</p>	<p><b>Ingeniería Sanitaria y Ambiental</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</a></p> <p><b>Contaminación y Calidad Ambiental</b> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00</a></p>

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
*Dr. Efraín Parillo Sosa*  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCOLA, identificado con DNI Nro. 71920438, 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:

“ INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRANEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACION TEPRO ESCURI, 2023 ”

Asesorado por: DR. EFRAN PARILLO SOSA.

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 18 de NOVIEMBRE del 2024

  
Firma del Asesor

  
Firma del Estudiante



Huella



## DEDICATORIA

*A mi amado hijo Lucciano quien me enseña sobre el amor, la paciencia y sobre todo ser una mejor persona cada día además enseñarle con esta tesis que siempre siga adelante y luche por sus sueños.*

*A mi compañero de vida por llegar a mi vida y enseñarme que todo lo que uno se propone lo puede lograr e iniciar a construir un camino que nos permita ser felices juntos.*

*A toda mi familia por su apoyo, amor y comprensión en especial a hermana Charo por tomarse el tiempo de acompañarme desde el paso uno que di en este trayecto hasta llegar al final de la meta.*

*Mi cariño a mis compañeros de clase y amigos que conocí quienes me apoyaron a lograr mi sueño, A ustedes de corazón "gracias".*



## AGRADECIMIENTO

*A Dios por mostrarme de diferentes maneras que siempre estas a mi lado y permitir la culminación de mi tesis*

*Al programa beca 18 –PRONABEC por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.*

*A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, porque a través de ella logre estudiar mi carrera profesional*

*A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental por las oportunidades que me han brindado, que a través de sus enseñanzas han hecho de mí una profesional en el campo de la ingeniería.*

*A los miembros del jurado que de forma amablemente formaron parte del mismo.*

*A cada uno de Ustedes mi gratitud.*



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ix</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xx</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xxi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xxii</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>24</b>
<b>EL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>24</b>
1.1. Análisis De La Situación Problemática.....	24
1.2. Formulación Del Planteamiento Del Problema.....	27
1.2.1. Problema General.....	27
1.2.2. Problema Especifico .....	27
1.3. Objetivos.....	27
1.3.1. Objetivo General.....	27
1.3.2. Objetivos Específicos.....	27
1.4. Justificación .....	28
1.4.1. Justificación Social .....	28
1.4.2. Justificación económica .....	29



1.4.3. Justificación ambiental.....	29
1.5. Hipótesis De Investigación.....	29
1.5.1. Hipótesis general.....	29
1.5.2. Hipótesis específicos.....	29
1.6. Variables.....	30
1.6.1. Variable independiente (VI).....	30
1.6.2. Variable dependiente (VD).....	30
1.6.3. Operacionalizacion de variables.....	30
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>31</b>
<b>MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b>	<b>31</b>
2.1. Antecedentes De La Investigación.....	31
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	31
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	32
2.1.3. Antecedentes Locales.....	34
2.2. Marco Teórico.....	35
2.2.1. El agua.....	35
2.2.2. Agua subterránea.....	36
2.2.4. Acuífero.....	36
2.2.5. Distribucion vertical del agua subterranea.....	36
2.2.5.1. Zona no saturada:.....	37



2.2.5.2. Zona saturada:.....	37
2.2.6 Tipos de Acuíferos .....	38
2.2.6.1. Acuíferos libres .....	38
2.2.6.2. Acuíferos confinados .....	38
2.2.6.2. Acuíferos semiconfinados .....	38
2.2.7. Calidad del agua subterránea .....	38
2.2.8. Parametros Fisicos .....	39
2.2.8.1 Conductividad eléctrica.....	39
2.2.8.2 Turbiedad. ....	39
2.2.8.3 Solidos Disueltos Totales.....	41
2.2.9. Parametros Quimicos .....	41
2.2.9.1 Potencial De Hidrogeno (pH). ....	41
2.2.9.2. Dureza. ....	42
2.2.9.3 Sulfatos.....	44
2.2.9.4. Cloruros. ....	44
2.2.9.5. Nitratos. ....	45
2.2.10. Parametros Microbiologicos .....	47
2.2.10.1 Coliformes Totales .....	47
2.2.10.2. Coliformes Termotolerantes .....	48
2.2.11. Importancia De Las Aguas Subterráneas.....	49



2.2.12. Contaminación De Las Aguas Subterráneas .....	50
2.2.13. Contaminantes Presentes En El Agua Subterránea.....	50
2.2.14. Contaminación Por Actividad Humana.....	51
2.2.15. Letrinas.....	52
2.2.16. Tipos De Letrinas.....	53
2.2.17. Pozo De Agua.....	54
2.3. Marco Concepto .....	55
2.3.1. Agua Subterranea.....	55
2.3.2. Calidad De Agua.....	55
2.3.3. Letrina .....	55
2.3.4. Pozo De Agua .....	55
2.3.5. Contaminacion.....	55
2.3.6. Influencia .....	55
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>56</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>56</b>
3.1. Enfoque de la Investigación .....	56
3.2. Tipo de Investigación .....	56
3.3. Nivel de la Investigación .....	56
3.4. Diseño de la Investigación .....	57
3.5. Población y Muestra .....	57



3.5.1. Población.....	57
3.5.2. Muestra .....	57
3.6. Técnica e Instrumentos.....	58
3.6.1. Técnica .....	58
3.6.2. Instrumentos .....	58
3.7. Ubicación de la Zona De Estudio .....	58
3.8. Procedimiento Metodológico.....	59
3.8.1. Metodología para los Objetivos Específicos 1 Y 2: .....	59
3.8.2. Metodología para los objetivos específicos 3:.....	70
3.8.3. Análisis Estadístico .....	71
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>72</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>72</b>
4.1. Resultados.....	72
4.1.1. Resultados de los objetivos específicos 1 y 2 .....	72
4.1.2. Resultados del objetivo específico 3 .....	81
4.2. Discusiones .....	94
4.3 Contraste De Hipotesis .....	96
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>100</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>103</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>104</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Operacionalización de Variables</i> .....	30
<b>Tabla 2</b> <i>Puntos de Muestras de Agua</i> .....	60
<b>Tabla 3</b> <i>Límites Máximos Permisibles del DS.031-2010-SA</i> .....	69
<b>Tabla4</b> <i>Ubicación de letrinas más próximas a pozos de agua</i> .....	70
<b>Tabla5</b> <i>Concentración de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de los pozos de agua en relación con los LMP establecido en el DS.031-2010-SA</i> .....	73
<b>Tabla6</b> <i>Condición actual de las características del punto L1-P1</i> .....	82
<b>Tabla7</b> <i>Condición actual de las características del punto L2-P2</i> .....	84
<b>Tabla8</b> <i>Condición actual de las características del punto L3-P3</i> .....	86
<b>Tabla9</b> <i>Condición actual de las características del punto L4-P4</i> .....	88
<b>Tabla10</b> <i>Condición actual de las características del punto L5-P5</i> .....	90
<b>Tabla11</b> <i>Condición actual de las características del punto L6-P6</i> .....	92
<b>Tabla12</b> <i>Prueba de Normalidad</i> .....	96
<b>Tabla13</b> <i>Análisis de Varianza</i> .....	98
<b>Tabla14</b> <i>Correlación Rho Spearman</i> .....	99



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Zona Saturada y no saturada .....	37
<b>Figura 2</b> Tipos de Letrinas.....	53
<b>Figura 3</b> Partes de un Pozo Tubular.....	54
<b>Figura 4</b> Ubicacion Geografica de la Zona de Estudio.....	59
<b>Figura 5</b> Ubicacion de los Puntos de Muestreo de Agua .....	60
<b>Figura 6</b> Ubicación de letrinas más cercanas con relación a pozos de agua .....	70
<b>Figura 7</b> Comparación del pH con los LMP establecidos en el DS. 031-2010-SA ...	74
<b>Figura 8</b> Comparación de la Conductividad Eléctrica con los LMP establecidos en el DS. 031-2010-SA.....	75
<b>Figura 9</b> Comparación de la Turbidez con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA.....	75
<b>Figura 10</b> Comparación de la Sólidos Totales Disueltos con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA .....	76
<b>Figura 11</b> Comparación de la Sulfatos con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA.....	76
<b>Figura 12</b> Comparación de la Nitratos con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA.....	77
<b>Figura 13</b> Comparación de la Cloruros con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA.....	78
<b>Figura 14</b> Comparación de la Dureza Total con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA.....	78



<b>Figura 15</b> <i>Comparación de Coliformes Totales con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA</i> .....	79
<b>Figura 16</b> <i>Comparación de Coliformes Termotolerantes con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA</i> .....	80
<b>Figura 17</b> <i>Fachada exterior de letrina L1</i> .....	81
<b>Figura 18</b> <i>Fachada exterior de letrina L2</i> .....	83
<b>Figura 19</b> <i>Fachada exterior de letrina L3</i> .....	85
<b>Figura 20</b> <i>Fachada exterior de letrina L4</i> .....	87
<b>Figura 21</b> <i>Fachada exterior de letrina L5</i> .....	89
<b>Figura 22</b> <i>Fachada exterior de letrina L6</i> .....	91



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

**DIGESA:** Dirección General de Salud Ambiental

**MINSA:** Ministerio de la Salud

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**LMP:** Límite Máximo permisible

**UFC:** Unidad Formadora De Colonia

**CE:** Conductividad Eléctrica

**UNT:** Unidad Nefelometría De Turbiedad

**OPS:** Organización Panamericana de Salud



## RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Urbanización Trepo Escuri de la ciudad de San Miguel, San Román en el mes de diciembre 2023, el objetivo fue determinar la influencia de letrinas en pozos de agua subterránea para consumo humano, la metodología desarrollada se inició con la ubicación y georreferenciación de 06 puntos de muestreo, muestras de agua que fueron analizadas para luego ser comparados con LMP del DS.031-2010-SA, también se tomó datos sobre las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea, datos que fueron comparados con CEPIS/OPS, Norma Técnica IS 010 y Cartilla Técnica -MINSA. Los resultados sobre la concentración de parámetros físico y químicos en casi todas las muestras cumplen con los LMP a excepción del P-2 donde las únicas concentraciones que superan los LMP son CE y Dureza Total, en cuanto a los parámetros microbiológicos de las 06 muestras evaluadas no cumplen con los LMP, donde P-3 Y P-4 muestran las concentraciones de Coliformes totales y termo tolerantes más altas, P-2 y P-5 las concentraciones más bajas y con respecto a las características de las letrinas todas presentan un nivel de saneamiento inadecuado y distancias de los pozos de agua solo en P5 que tiene una distancia de 25 metros cumple con las normas técnicas, con respecto a los demás puntos, se concluye las letrinas influyen en la calidad de agua subterránea y considerada no adecuadas para consumo humano.

**Palabras Clave:** Calidad de agua, pozo de agua, letrinas, agua subterránea.



## ABSTRACT

The research was carried out in the Trepo Escuri Urbanization of the city of San Miguel, San Román in the month of December 2023, the objective was to determine the influence of latrines in groundwater wells for human consumption, the developed methodology began with the location and georeferencing of 06 sampling points, water samples that were analyzed to later be compared with LMP of DS.031-2010-SA, data was also taken on the characteristics of the latrines and the distance between the groundwater wells. , data that were compared with CEPIS/OPS, Technical Standard IS 010 and Technical Booklet -MINSA. The results on the concentration of physical and chemical parameters in almost all the samples comply with the LMP except for P-2 where the only concentrations that exceed the LMP are EC and Total Hardness, regarding the microbiological parameters of the 06 samples evaluated do not comply with the LMP, where P-3 and P-4 show the highest concentrations of total and thermo-tolerant coliforms, P-2 and P-5 the lowest concentrations and with respect to the characteristics of the latrines, they all present a level of inadequate sanitation and distances from the water wells at points L3 and P3 – L4 and P4 have the shortest distances of 7.5 and 9 meters, at L5 and P5 there is a distance of 25 meters, therefore it complies with the provisions of the standards. mentioned technique, it is concluded that latrines influence the quality of groundwater and are considered unfit for human consumption.

**Key Words:** Water quality, water well, latrines, groundwater.



## INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico es un componente imprescindible para el desarrollo de todo ser vivo y más para el ser humano es por eso la importancia del estudio en dependencia a su calidad.

Además, la OMS (2023) se estima que próximo a un millón de personas son afectadas de forma mortal por padecimientos diarreicas a causa de la deficiencia del saneamiento, agua o una incorrecta educación sanitaria. Para López Velandia (2023) la hidroquinona del agua subterránea se ve afectada por agentes tanto naturales como meteorización y dilución de rocas, antropogénicos como vertimientos agrícolas y domésticos que muestran que este último agente vuelve al agua según la categoría colombiana "Inviabile para consumo directo".

Actualmente en la urbanización de Tepro Escuri, el abastecimiento de agua se efectúa a través de pozos y la evacuación de excretas en letrinas que están construidas de forma artesanal con materiales que pueden costear, la distancia entre pozo y letrina es corta, lo que implica la infiltración de elementos que impactan a la calidad natural del agua a consecuencia de ello se consume un agua contaminada y consigo problemas de salubridad pública en toda la población. Expuestas las razones, el presente investigación tiene como finalidad responder a la pregunta ¿Cuál será la influencia de letrinas en la calidad de agua subterránea para consumo humano en la urbanización de Tepro Escuri?, donde se logró visualizar la variación de las concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua subterránea por influencia de las letrinas.

La presente investigación está dividida por 5 capítulos en el primer capítulo donde se plantean la problemática observada, formulación de la pregunta además



de la justificaciones e hipótesis de la investigación y finalmente la operacionalización de las variables dependiente e independiente.

En el segundo capítulo se centra en los estudios previos hallados con relación a la calidad de agua subterránea y letrinas, estos a nivel internacional , nacional y regional, además de los conceptos básicos en las cuales se sustenta toda la presente investigación además de un marco conceptual con los términos más importantes, En el tercer capítulo se visualiza el procedimiento, donde se especifica el alcance , tipo y diseño de estudio además de la delimitación del área de estudio , población y muestra , para finalizar con todo el procedimiento realizado paso a paso para la obtención de información para el presente estudio.

Como antepenúltimo capítulo se tiene a los resultados donde se plasmo e interpreto los datos recolectado en campo y análisis de los mismos, también el contraste de hipótesis y discusiones con respecto a resultados obtenidos en estudios anteriores sobre el tema, Finalmente el capítulo de conclusiones y las recomendaciones donde se contestó a las preguntas planteadas en el planteamiento de problema, además de las recomendaciones a ser tomados en cuenta en estudios posteriores.



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

#### 1.1. Análisis De La Situación Problemática

Para el 2030 la población mundial no está dirigido correctamente a lograr el anhelado saneamiento para todos, actualmente a pesar de haber avanzado, más de la mitad de la población usan servicios de saneamiento donde no se depuran los desechos humanos, la cantidad probable de personas que realizan la defecación a campo abierto ya que no cuenta con alguna instalación apropiada es de 673 millones, el cual es un riesgo contundente para la salubridad de las personas y su entorno. (UNICEF Y OMS, 2020).

Diversas naciones y zonas de América Latina se enfrentan a distintos retos y preocupaciones debido a las grandes variaciones en la distribución, calidad y accesibilidad de las aguas subterráneas. Por ejemplo, en Argentina, la capital experimenta una subida estacional gradual del profundidad de las aguas subterráneas, lo que aumenta la susceptibilidad del recurso a la contaminación. Por otro lado, la contaminación industrial, agrícola y doméstica está amenazando la calidad de las aguas subterráneas de Bolivia; en Honduras, la alta demanda urbana de agua del país está poniendo en peligro la disponibilidad futura del recurso; y en Belice, los efectos de la intrusión salina están poniendo en peligro los ecosistemas



y, en última instancia, la economía del país (IGRAC1, 2014, IANAS & UNESCO, 2015 citado por Ruz Vargas y otros, 2019).

La calidad del agua potable de Perú está directamente conexas con el estado de las fuentes hídricas del país, la mayoría de las cuales están contaminadas por metales naturales y artificiales. También influyen en ella el coste y los retos tecnológicos a los que están enfrentados las empresas de saneamiento para tratar el agua y prestar servicios de saneamiento seguros y sostenibles (Villena Chavez, 2018).

Entonces el agua subterránea por todas sus características hidrogeológicas esta menos susceptible a ser influenciada a variar sus características naturales por la contaminación antropogénica y variaciones ambientales, claro que por el aumento de la demanda de los recursos y nivel de contaminación se volvió un tema de suma importancia a nivel mundial.

Según INDECI; COEN (2021), Como resultado que demuestran contenidos de metales pesados y microorganismos que superan los LMP, el 3 de abril de 2019 se reportaron múltiples padecimientos a los pobladores colindantes a la afluencia del río Coata, marcando la contaminación de pozos de agua para consumo poblacional.

Entonces el agua subterránea por sus características hidrogeológicas esta menos susceptible a ser influenciada a variar sus características naturales por la contaminación antropogénica y variaciones ambientales, claro que por el aumento de la demanda de los recursos y nivel de contaminación se volvió un tema de suma trascendencia.



En la urbanización de Tepro Escuri del distrito San Miguel - San Román, los pobladores usan el agua subterránea como la fuente principal de suministro de agua para su extracción desde el subsuelo a la superficie, a través de sistema básico que consta del uso de una bomba centrífuga donde el agua es impulsada desde el acuífero hasta la superficie, por medio de mangueras es trasladada hasta un punto donde ya puede ser usado o en mejor de los casos es almacenado en un tanque elevado. Además de usar de manera obligatoria letrinas para la disposición de excretas humanas que son construidas de manera improvisadas sin tener en cuenta alguna guía o norma técnica sobre las pautas para el diseño de letrinas donde esta no perjudique la salubridad de las personas o que contamine el ambiente. Actualmente el agua subterránea al ser vulnerable por la distancia corta que existe entre los pozos y las letrinas se contaminan y alteran la calidad natural del agua subterránea y al no recibir el tratamiento mínimo para ser considerado como agua adecuada para consumo humano, esta causa problemas gastrointestinales, etc. En la salud de las personas.

Los manuales para la Calidad del Agua Potable de la OMS precisan el agua para consumo humano como apta para el consumo humano si no se suscita ningún riesgo para la salubridad humana, ni químico, ni tóxico, ni microbiológico. La SUNASS y el DS N° 031-2010-SA del MINA del Perú sirven de guía para esta definición. Todas estas normas comparten el objetivo de resguardar la salud de los usuarios y especifican el nivel de concentración de elementos físicos, químicos y bacteriológicos que debe tener el agua potable para ser consumida.



## 1.2. Formulación Del Planteamiento Del Problema

### 1.2.1. Problema General

- ¿Cuál será la influencia de letrinas en la calidad de agua subterránea para consumo humano en la urbanización de Trepo Escuri, 2023?

### 1.2.2. Problema Especifico

- ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano según DS?031-2010-SA?
- ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano según DS?031-2010-SA?
- ¿Cuál son las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea para proporcionar un nivel de saneamiento adecuado en la Urbanización Tepro Escuri?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo General

- Evaluar la influencia de letrinas en la calidad de agua subterránea para consumo humano en la urbanización de Trepo Escuri,

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano según el DS.031-2010-SA



- Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano según el DS.031-2010-SA
- Determinar las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea para proporcionar un nivel de saneamiento adecuado en la Urbanización Tepro Escuri

## **1.4. Justificación**

El agua al ser consumida no debería de causar ningún daño en otras palabras inocua, es por ello la importancia de controlar su calidad química y microbiológica, al no ser controlada contiene patógenos en el agua y son un perjuicio de salud pública. (Bauer, s.f.)

El presente estudio es justificable a razón de lograr saber la influencia que tiene las letrinas simples con respecto a la calidad de agua subterránea que las personas de Tepro Escuri consume diariamente.

### **1.4.1. Justificación Social**

Esta investigación pondrá en conocimiento a la población de la urbanización el riesgo de salud que representa el hecho de consumir un agua sin ningún tratamiento y más en las condiciones que se presenta el recurso. De esta manera hacer que la población exija a las autoridades proponer procedimientos a corto, mediano y largo plazo para frenar esta problemática ya que hace años se viene prometiendo el sueño de contar con un sistema de saneamiento digno y salvaguardar la salubridad de la población



### **1.4.2. Justificación económica**

La comprensión sobre la influencia de letrina-pozo de agua, genera un ahorro económico a la población que en muchos casos tiene la duda de saber si el agua que consume es salubre o encontrar de alguna forma una respuesta a los problemas gastrointestinales que presentan la población.

### **1.4.3. Justificación ambiental**

Así también, brinda una justificación ambiental debido que la presencia de parámetros que superan los límites exigidos o el simple hecho estar presentes como en el caso de los parámetros bacteriológicos que muestran una contaminación en el agua además que estos pueden estar presentes en el suelo y también generar una contaminación.

## **1.5. Hipótesis De Investigación**

### **1.5.1. Hipótesis general**

- Las letrinas influyen en la calidad del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Tepro Escuri, 2023.

### **1.5.2. Hipótesis específicos**

- Las concentraciones los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS.031-2010-SA
- Las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS.031-2010-SA.

- Las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea proporcionan un nivel de saneamiento inadecuado en la Urbanización Tepro Escuri

## 1.6. Variables

### 1.6.1. Variable independiente (VI)

- Influencia de letrinas

### 1.6.2. Variable dependiente (VD)

- Calidad de agua subterránea

### 1.6.3. Operacionalización de variables

Podemos observarlo detalladamente en la tabla 1.

**Tabla 1** Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	METODOLOGIA
V.D.  Calidad de agua subterránea	Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos	Turbidez  conductividad eléctrica STD  pH  Sulfatos  Nitratos  Cloruro  Dureza total  Coliformes totales Coliformes termotolerantes	<u>Tipo de investigación</u>  Descriptiva  <u>Diseño de investigación</u>  No experimental  <u>Técnica</u>  Observación directa  <u>Instrumentos</u>  Ensayo de laboratorio de agua  DS.031-2010.-SA.  CEPIS/OPS
V.I Influencia de letrinas	Características de las letrinas	Tiempo de uso de la letrina Distancia de letrina a pozo Profundidad de hoyo Componentes de una letrina	



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO O REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes De La Investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

(Valderrama Esperanza y otros, 2010) en su estudio presento como finalidad la estimación de la calidad del agua subterránea cercana a pozos 1 que se ubicó en la municipalidad de Ayala, pozo 2 en el municipio de Cuautla , pozo 3 municipio de Atlatlahuan estos ubicados en dos comunidades del cantón 24 de mayo-manabí se realizaron la toma de muestras por 12 meses, los resultados obtenidos fueron que los 3 pozos están dentro de la clasificación de muy dura también se obtuvo los promedios de todos los parámetros restantes, luego se hizo un contraste con los LMP de la NOM-127-SSA-1994. Salud Ambiental donde con excepción de Ph en los pozos 3 y 2 estan dentro de los limites, en conclusión, el agua subterránea de esta zona cumple con lo establecido en la normativa para ser usada como fuente de abastecimiento público y consumo humano. (Pág. 13)

(Chibinda y otros, 2017) en la investigación evaluó por medio de parámetros físico-químicos la calidad del agua de dos pozos, para realizar la parte experimental donde se tomaron 12 muestras (triplicadas) los meses de marzo a julio del año 2014; enero a mayo del 2015 y enero - febrero del 2016, donde se analizaron 26



parámetros a cada muestra también de coliformes totales y fecales. Los resultados de los parámetros se dispararon por encima de los niveles exigidos según las normas cubanas NC 827-2010 y la NC 1021: 2014, lo cual hace que no sean adecuadas para consumirlas. . (Pág. 2)

(Echevarria, 2020) en su estudio evaluó la calidad de agua y posibles fuentes de contaminación sobre ella , además, no posee un abastecimiento de agua y saneamiento básico por lo que la población , hacen uso de pozos ciegos para realizar la investigación se recolectaron 58 muestras , el parámetro de la Conductividad Eléctrica se midió in situ y los restantes en el laboratorio, se obtuvo como resultado que el 55.5% sobre pasan los límites de dureza total , Cl- y As , el 64.6% exceden los límites de nitratos y el 100% de muestras presentan coliformes totales también Pseudomonas aeruginosa en más del 50 % de ellas, todos estos parámetros comparados con los límites establecidos, según estos resultados logrados se concluye que la fuente de contaminación principal del agua subterránea es el saneamiento domiciliario.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

(Arevalo Cerron & Condezo Panduro, 2016) el objetivo principal fue analizar el grado de contaminación de agua subterránea, se realizó el muestreo de 5 pozos , donde estas son usadas por la población de la zona para su abastecimiento diario, concluyendo que el pozo N°2 exhibe una alteración en sus parámetros físico-químico de escala baja y en el pozo N° 5 presenta una contaminación de coliformes totales de escala baja , esto llevó a concluir que existe la alteración de los componentes físico-química y bacteriológica de las aguas subterráneas.(Pág. 5)

(Gutiérrez-Araujo y otros, 2023), la finalidad fue estimar la calidad microbiológica de las aguas subterráneas de consumo poblacional en el C.P. de



Virú, donde se usan 1139 pozos siendo de excavación manual y tubulares (89.73% y 10.27%), para la obtención de los datos se muestrearon 48 pozos tanto a tajo abierto como tubulares en el año 2018 (meses de julio y noviembre), se empleo la Técnica de Numero Mas Problable (NMP) para el análisis bagtereologicos , para el parámetro microbiológico de bacterias heterótrofas se optó por eso uso de la Técnica de "recuento de placas" , en lo resultante se observó que el 100% de las muestras obtenidas en los 48 pozos existe la coliformes totales y el 25% de bacterias heterótrofas, concluyendo que la calidad de agua del Viru no son adecuadas para su consumo, por lo que el autor recomienda que su único uso seria en el sector agrícola.

(Castillo Vereau y otros, 2022), el objetivo fue analizar la calidad del agua subterránea en la pandemia por Covid-19 en la UNT, la investigación se realizó teniendo en cuenta los fundamentos teóricos de Hernadez Sampieri , el procedimiento es de carácter descriptiva, exploratoria transversal, se realizó un muestreo específico que consta de 02 repeticiones (semestrales ) en 02 pozos (uno de almacenamiento y distribución) además 01 en el servicio higiénico femenino de la Universidad en el 2020, los análisis fueron efectuados en las instalaciones del laboratorios de la Facultad de Ciencias Biologicas , para los datos logrados fueron contrastados con lo que se estipula en la norma vigente, los resultados muestran que los parámetros organolépticos (sabor y olor) presentan niveles aceptables, en cambio los resultados de los parámetros bacterologicos del pozo ubicado en el almacenamiento central están por debajo de los índices de aceptabilidad según la normativa, entonces representa un riesgo para la salud humana, el autor recomienda poner en marcha políticas de control además del analisis de calidad de agua en el centro de estudios.(Pág. 2)



(Morales Goicochea, 2022) en su investigación presentó la finalidad principal evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea empleada para el consumo poblacional en el caserío Pata Pata, la localización de los puntos fueron en 03 pozos tubulares y 06 muestreos en las épocas de estiaje y lluvia en los predios de Jenner Bringas Leiva, Miguel Cachay Santilla y Marcial Cusquisiban Villa, los análisis de agua de cada muestra se efectuaron en el laboratorio NKAP SRL, en los resultados los para metros dureza total , coliformes totales y fecales , están por sobre del D.S. N° 031-2010-SA. vigente establecido.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

(Tacuri Robles, 2019) en su estudio tuvo como finalidad analizar la calidad de agua obtenida de pozos artesianos circundantes a la ciudad de Juliaca, se muestreo 10 pozos, para analizar sus características físico-químicos y bacterológicos los cuales se efectuaron a través del laboratorio de la UNAP donde se usaron las metodologías de las NTP establecidas para luego una vez obtenidos los resultados estos fueron interpretados según (D.S 031-2010.SA., R.M. N° 591-2008-MINSA, todo el trabajo insitu se llevó acabo los meses de junio a septiembre del año 2018, en los resultados indican que todos los parámetros analizados en cada muestra, no existe una sola que cumpla con los 8 parámetros evaluados, con respecto a la evaluación de riesgo ambiental presenta un grado de riesgo muy elevado de 250 Colif./100mL este en el contexto de consumo hidrico por polución fecal, contexto de consumo hidrico con un alto grado de dureza llega a 1129mg/L y en el mismo contexto con respecto a cloruros y sulfatados (338.40mg/L y 511.84mg/L) presentan un riesgo ambiental medio, en conclusión el agua que presenta los sitios aledaños al rio Torococha , no son adecuadas para consumo poblacional y que presentan un riesgo ambiental entre medio y alto además el autor

recomienda plantear la posibilidad de crear un tratamiento de agua potable además de incorporar biodigestores como tratamiento inmediato para reducir la contaminación del agua por excretas humanas.

(Inofuente Ccarita, 2021) en su investigación exhibió el objetivo de determinar la incidencia de letrinas en la calidad bacterológica de pozos en la Urb. San Isidro de Ccaccahi, se tomó 15 muestras de pozos de agua para el análisis de las muestras se hizo a través de la EPS. Sedajuliaca donde se usó la metodología de filtración por membrana , en los resultados se obtuvo una correlación significativa media confirma que el 61.3% de las variables predicen que las letrinas inciden en la calidad bacterológica del agua, también se evaluó el nivel piezómetro donde se obtuvo valores de 3818.25 m.s.n.m. y 3832.5 m.s.n.m. además el suelo tiene una composición de arena, limo y arcilla y flujo de drenaje que va hacia el noroeste, la tasa de infiltración es de  $2.6 \times 10^{-3}$  cm, se concluyó que el agua subterránea no es inocua y por ende no es para consumo humano.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. El agua**

El agua es el elemento más vital y necesario para la evolución de la vida. «El agua es crucial para la supervivencia humana, ya que es necesaria para las tareas diarias esenciales, la higiene del hogar, el riego de los campos, la industria, las centrales eléctricas y otros usos (Carbajal Azcona & Gonzales Fernandez, 2012)

El fluido “agua” está en segundo lugar del más abundante en el planeta antes está el hidrogeno, esta trilladamente dicha que el agua contempla el 70% del planeta y el organismo humano ocupa entre los porcentajes de 65-75, a simple vista es un componente vital para vivir gracias a sus características física además



químicas que ha dado paso al desarrollo de la vida desde la antigüedad hasta lo que conocemos hoy en día. Está compuesta por las uniones covalentes que tiene el átomo de oxígeno hacia los átomos de hidrogeno y dando asi una forma de V. (Monte Perez, 2016)

### **2.2.2. Agua subterránea**

Es el agua presente bajo el suelo, tiene una formación saturada llamados "acuiferos" que puede ser explotada de forma antropogénica mediante perforaciones, galerías filtrantes o túneles, también puede fluir de forma natural a la superficie mediante manantes, filtraciones a los recursos fluviales.

"En el planeta el agua subterránea figura el 98% de agua dulce en estado líquido, dependiendo de sus características fisicoquímicas y microbiológicas se usan en diversos usos." (Subba Rao y Chaudhary, 2019 citado en Ceron, Sarria, Torres, & Soto-Paz, 2021).

### **2.2.4. Acuífero**

Es el agua que se almacena en rocas y arenas en un volumen subterráneo, representa un papel importantísimo en el ciclo hidrológico, las investigaciones que se realizaron permite estimar que aproximadamente el 30% de agua que circula en la parte superficial tiene como origen las fuentes de agua subterránea. (Ordóñez Galvez, 2011), "Además de sus variaciones de tamaño, su grosor oscila entre unos pocos metros y cientos o miles de metros, y su superficie, entre unas pocas hectáreas y miles de kilómetros cuadrados." (Lopez-Geta y otros, 2009)

### **2.2.5. Distribución vertical del agua subterránea**

El agua subterránea se presenta por debajo de la capa freática, saturando totalmente los poros y/o fibras de la tierra, y aflora de forma natural

a la superficie mediante manantiales, cauces de ríos o aguas estancadas. Esta agua se aloja y discurre en el subsuelo, produciendo acuíferos (Collazo Caraballo & Montaña Xavier, 2012)

Normalmente en un perfil de suelo existen la zona saturada de condiciones hidrológicas muy distintas esta se muestra en la figura 1.

### 2.2.5.1. Zona no saturada:

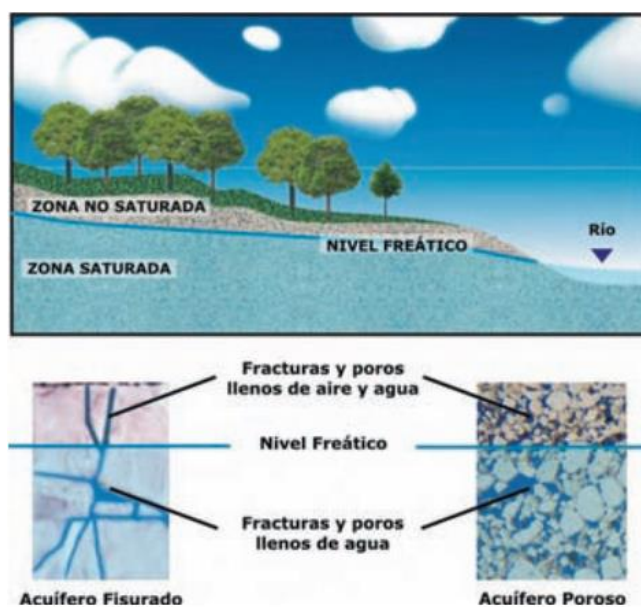
“Está situado en la superficie freática y la del suelo, y el aire y el agua pueden pasar a través de sus poros y/o grietas” (Collazo Caraballo & Montaña Xavier, 2012)

### 2.2.5.2. Zona saturada:

“Se encuentra por debajo de la superficie freática, donde el agua llena la totalidad de los poros presentes en el suelo”. (Collazo Caraballo & Montaña Xavier, 2012).

**Figura 1**

*Zona Saturada y no saturada*



Nota, Collazo Caraballo & Montaña Xavier (2012)



## **2.2.6 Tipos de Acuíferos**

### **2.2.6.1. Acuíferos libres**

“son aquellos en los que la parte superior de la formación permeable se encuentra por debajo del nivel del agua. Ceden agua por saturación, lo que significa que el agua que sale por sus poros es el agua que liberan” (Ordóñez Galvez, 2011)

### **2.2.6.2. Acuíferos confinados**

“Una capa de material impermeable que confina los acuíferos se conoce como capa cautiva. Los acuíferos cautivos tienen niveles de agua superiores al techo de la formación acuífera” (Ordóñez Galvez, 2011)

### **2.2.6.2. Acuíferos semiconfinados**

“Pueden considerarse como un tipo específico de acuífero cautivo, en el que el agua puede circular verticalmente debido a paredes parcialmente impermeables, techos o ambos”. (Ordóñez Galvez, 2011)

## **2.2.7. Calidad del agua subterránea**

Para hablar de calidad de aguas en el Perú se cuenta el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que dan conformidad sobre la calidad si se cumplen con lo establecido.

Ministerio de Salud (2010) tiene como objetivo:

“proporcionar directrices generales para gestionar la calidad del agua para uso humano, con la finalidad de garantizar su seguridad, advertir



riesgos antihigiénicos y salvaguardar y promover la salud y el bienestar públicos" (pág. 9).

### **2.2.8. Parametros Fisicos**

#### **2.2.8.1 Conductividad eléctrica.**

El agua es capaz de transportar corriente eléctrica por medio de iones de carga tanto negativos como positivos, estos provenientes de las sales en disolución en el agua, el potasio (K<sup>+</sup>), sodio (Na<sup>+</sup>), magnesio (Mg<sup>+2</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), el cloruro (Cl<sup>-</sup>), estos con un grades grados de carga. (California State Resources Control Board). . "La CE se mide en siemens por metro (S/m), aunque para facilitar su uso se utiliza  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25°C." (Solís-Castro y otros, 2018).

La influencia de las sales y demás sustancias es directa en la calidad para consumo poblacional o riego, cada organismo puedo aguantar un cierto grado de valor de conductividad, además este varía de acuerdo al origen del agua, si existe una posible infiltración en el agua subterránea de alguna sustancia entonces la conductividad es un indicador. (California State Resources Control Board)

Según la Digesa (2010) establece los LMP de características de calidad organoléptica, donde la conductividad (25 °C) tiene un valor límite de 1500  $\mu\text{mho}/\text{cm}$ .

#### **2.2.8.2 Turbiedad.**

"Dado que la turbidez se aproxima a la cantidad de partículas coloidales, minerales presentes y, por tanto, puede ser un signo de contaminación, es extremadamente importante desde la vista sanitaria"



(ESPIGARES GARCÍA y FERNÁNDEZCREHUET, 1999 citado en (Marco y otros, 2004)

Es la medida de la privación de la claridad producto de la presencia de partículas suspendidas, también pueden ser la arcilla, el limo, el material inorgánico e orgánico, las algas, el plancton y otros elementos microscópicos que dispersan o absorben la luz emitida, mientras sea mayor la cantidad de partículas mayor será el grado de turbidez en el agua (Lovibond). La desinfección puede perder el grado de eficiencia a causa de los altos niveles de turbiedad ya que las partículas suspendidas pueden resguardar a los microorganismos, incentivar la difusión de las bacterias con esto incrementar la demanda de cloro. (Marco y otros, 2004). De ese modo el agua que se consume contenga agentes contaminantes que podrían generar perjuicios hacia la salud. Ante ello la (OMS. 2006 citado en Marín-Velásquez & Arriojas-Tocuyo, 2020) recomienda que para la etapa de desinfección el agua debe de tener una turbidez menor a 0.1 NTU para una desinfección idonea.

Desde el contexto del incremento de la turbidez genera:

Según La OMS (2006) citado en Marín-Velásquez & Arriojas-Tocuyo (2020), en los cuerpos de agua se ve reflejado con un incremento de temperatura, porque las partículas tienen la capacidad de absorber calor, lo que reduce el oxígeno disuelto a comparación con el agua fría, también afecta al proceso de la fotosíntesis (reducción de ingresos de luz al agua) con ello la producción del oxígeno disuelto.

Para su medición se cuenta con un método normalizado denominado "Nefelométrico" Compara la cantidad de luz desviada por la muestra en contextos específicas con la cantidad de luz desviada por una interrupción de referencia estándar en las mismas circunstancias" (Giraldo Gomes, 2015).



Según La Digesa (2010) establece los LMP de parámetros de calidad organoléptica, donde el parámetro turbiedad tiene un valor límite de 5 NTU.

### **2.2.8.3 Sólidos Disueltos Totales.**

Representa un indicador de calidad el porcentaje de SDT dadas en el agua, donde es la cantidad de sales disueltas, además de estar directamente relacionada con la conductividad a la electricidad, las que figuran son el calcio, magnesio y sodio, Para el cálculo de TDS tiene como inicio la conductividad donde esta es el producto de la conductividad con un factor, una vez obtenido el valor de la conductividad podemos hacernos una idea cercana del valor aproximado de dureza en °F y en ppm de CaCO<sub>3</sub>. (García de la Fuente, 2013)

Para realizar la prueba de SDT las muestras deben de alcanzar una temperatura de 180 °C para poder remover el agua que obstaculiza el cálculo del SDT. (Vargas Meneses, 2010)

Según la Digesa (2010) establece los LMP de parámetros de calidad organoléptica, donde la conductividad (25 °C) tiene un valor límite de 1000 mgL<sup>-1</sup>

### **2.2.9. Parametros Quimicos**

#### **2.2.9.1 Potencial De Hidrogeno (pH).**

Es la cantidad de hidrogeno concentrado en el agua, tiene una escala de logaritmica de 0-14 (acida-basica), el Ph tiene un ajustado valor para el desarrollo de la biota acuatica, existen daños fisicos en aletas, esqueletos y agallas cuando presentan valores limite de la escala, tambien existe una mayor presencia de mercurio soluble en el medio acuatico cuando existe una disminucion del pH, las variaciones del Ph en el agua es causada por el ingreso de subsutancias basicas o



ácidas al medio (naturales y sintéticas), (California State Water Resources Control Board (.gov ).

La actividad esencial de los microorganismos del agua y el equilibrio del carbono son las causas. Con respecto a la primera, el pH de un agua viene determinado por el orden de los equilibrios de disolución de  $\text{CO}_2$  en un agua, la disolución de  $\text{CO}_3^{2-}$  y la insolubilización de  $\text{HCO}_3^-$ . Además, mientras que los organismos heterótrofos respiran para crear  $\text{CO}_2$ , la fotosíntesis disminuye la cuantía de  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua, teniendo el efecto contrario. Por otra parte, los ácidos naturales, como el húmico o el  $\text{H}_2\text{S}$ , acidificarían el agua, así mismo la disolución de las rocas y minerales alcalinos y alcalinotérreos la alcalinizarían. Las aguas subterráneas son más ácidas que superficiales, y los valores de pH en zonas profundas con flora decreciente y bajo contenido en oxígeno suelen rondar los 6,5 u.pH o menos (Marin Galvin, 2010)

Según (García y otros, 2019), la alcalinidad del agua, el contenido en sulfatos y el contenido en cloruros son los factores que más efectos tienen sobre el pH.

Según la Digesa (2010) establece LMP de parámetros de calidad organoléptica, donde el PH tiene un rango de valor de 6.5-8.5.

#### **2.2.9.2. Dureza.**

Se considera agua "dura" sencillamente porque presenta un alto grado de minerales (calcio y magnesio) que el resto del agua (Rodríguez Zamora, 2009). La adición del carbonato de calcio y magnesio evidencia el contenido de estos minerales que existen en un litro de agua (mg/l). El carbonato de calcio y el magnesio presentan una dureza estacional (carbonatos) donde tienen una mínima



solubilidad en agua caliente que la fría (reducción al coccionar el agua por la precipitación), lo opuesto sucede con las sales de sulfatos y cloruros que presentan una dureza permanente (no carbonatos), no existe una reducción con la ebullición del agua. (Mora-Alvarado y otros, 2015)

La Dureza Permanente también está representada por el contenido de iones de calcio y magnesio que se quedan en el agua aun posterior de la ebullición de esta. (Capote L. y otros, 2015). El agua que contiene un alto grado de dureza generalmente no genera espuma, además presenta una formación "costra" en los tuberías y ollas. (Rodriguez Zamora, 2009).

El máximo admisible en Costa Rica es de 400 mg/L para el consumo poblacional, si bien el cuerpo del ser humano requiere calcio y el magnesio para el metabolismo pero si estos valores son excedidos, la rugosidad en la piel o aceramiento del cabello sería un indicador de afectación de lo más simple también podría tener una afectación más crítica como cálculos renales, influencia en ataques cardiacos, anormalidades en el sistema nervioso y diversos tipos de cáncer. (Perez-Lopez, 2016)

Según la OMS (2004) En función del  $\text{CaCO}_3$ , el grado de DA se clasifica en cuatro rangos: 0-60 mg/L se caracteriza «blando», 61-120 mg/L se caracteriza «moderadamente duro», 121-180 mg/L se considera «duro» y >180 mg/L se considera «muy duro».

Según la Digesa (2010) establece los LMP de parámetros de calidad organoléptica, donde la dureza total tiene un valor límite de 500 mg  $\text{CaCO}_3$  L-1.

### **2.2.9.3 Sulfatos.**

Es uno de los principales compuestos azufrados en el agua. Su origen se da cuando el agua tiene contacto con áreas ricas en yesos así también de forma antrópica con la descarga de aguas residuales industriales. (Rodríguez Aguilera y otros, 2010). Tiene un efecto laxante al ingresar los sulfatos (sulfato de sodio y magnesio) al organismo en concentraciones mayores a 200 mg/L, asisten la corrosión de los metales, alteran el sabor del agua (menos que con los cloruros y los carbonatos) y hacen que las tuberías de plomo liberen más plomo disuelto. (Gallego 2015 citado en Bolaños-Alfaro, John Diego, & Segura-Araya, 2017). El cuerpo humano presenta signos de deshidratación por el consumo mayor de 5 gramos por día teniendo una afectación directa a la población considerada vulnerable (niños y adultos mayores). (Bolaños-Alfaro y otros, 2017). Presenta una idoneidad de juntarse rápidamente con otros iones (Hem 1986 citado en Sanchez, Álvarez, Pacheco, Carrillo, & Amílcar González, 2016). "El sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) es la forma reducida estable en condiciones reductoras ( $pH < 7$ ), mientras que el ácido sulfúrico ( $HS$ ) es la forma reducida predominante en soluciones alcalinas" (Lillo, 2007 citado en Sanchez, Álvarez, Pacheco, Carrillo, & Amílcar González, 2016)

Según la Digesa (2010) establece los LMP de parámetros de calidad organoléptica, donde el parámetro sulfatos tiene un valor límite de  $250 \text{ mg SO}_4 = \text{L-1}$ .

### **2.2.9.4. Cloruros.**

La asociación del gas cloro (ion negativo) con presencia de un metal (ion positivo) da como producto los cloruros, el cual en porcentajes mínimos forma parte



del funcionamiento celular de los seres vivos siempre y cuando se tenga dicha combinación, en el agua el ion  $\text{Cl}^-$  viene a ser uno de los aniones inorgánicos de mayor relevancia su origen son las fuentes de agua naturales, aguas residuales e industriales (vertidos). Las sales de  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  y  $\text{CaCl}_2$  están en el ambiente, la solubilidad en el agua fría es de 357 g/L, 344 g/L y 745 g/L. (García-Vargas y otros, 2012)

A una concentración de 25 mg  $\text{Cl}^-$ /L el agua tiene un sabor salado esto debe a la presencia del catión sodio y en concentraciones mínimas de 1 mg  $\text{Cl}^-$ /L se tiene una gran abundancia de cationes (magnesio y calcio). En ocasiones el agua residual con un alto grado de cloruros son empleadas para el sector agrícola donde estas deterioran de forma importante los suelos y en otros casos intervenir en el crecimiento de las plantas. (ANIQ, 2011)

“Dado que es crucial para los riñones, el sistema neurológico y la nutrición, los iones de cloruro deben incluirse en la dieta de forma regular. No obstante, además se ha sugerido que la formación de cálculos está asociada con la salinidad y la dureza del agua por la mezcla de sales y calcio, si el ion sodio unido al ion cloruro como cloruro sódico ( $\text{NaCl}$ ) llegando a ocasionar problemas de salud a las personas que padecen enfermedades cardíacas o renales” (WHO, 1996 citado en García-Vargas, y otros, 2012)

Según la Digesa (2010) establece los LMP de parámetros de calidad organoléptica, donde el parámetro cloruros tiene un valor límite de 250 mg  $\text{Cl}^-$  / L-1.

#### **2.2.9.5. Nitratos.**

Está formado por 3 átomos de oxígeno y 1 de nitrógeno. “El nitrógeno puede presentarse de  $\text{NH}_3$  Y  $\text{NH}_4$  y por oxidación, estas logran convertirse en  $\text{NO}_2$  y



culminando a  $\text{NO}_3^-$ ” (De Miguel-Fernandez & Vazquez-Taset, 2006), Los nitratos son incoloros y sinsabor los podemos encontrar de forma natural en suelos y agua su circulación son a través de los llamados sumidero a largo periodo (por ejm., rocas y los sedimentos), libres en el medio niotico servibles para los animales y plantas. (Greenpeace España, 2021)

El contenido de los compuestos nitrogenados en aguas son el producto de todo el ciclo de nitrógeno donde el mayor porcentaje está contenida en la atmosfera (78%), cuando esta se oxida cumple un rol importante en los suelos y elementos orgánicos (metabolismo de los animales y plantas). (De Miguel-Fernandez & Vazquez-Taset, 2006).

Las actividades del hombre alteran el ciclo natural del nitrógeno y contribuye con una mayor presencia de nitratos en el suelo a razón de su alto grado de solutos en agua, llega a tener contenidos significativas en ríos, entonces hablamos de dos clases de fuente de contaminación la primera puntual la cual se refiere a actividades (industriales, vertido de residuos industriales y urbanas), la segunda contaminación dispersa exclusivamente se refiere como causa principal a la actividad agronómica. (P. M. Vitousek et al., 1997 citado en Bolaños-Alfaro, John Diego, & Segura-Araya, 2017).

Para De Miguel-Fernandez & Vazquez-Taset (2006) “Las aguas subterráneas pueden contener nitratos debido a dos fuentes principales: la oxidación bacteriana de residuos orgánicos y la disolución poco frecuente de rocas que contienen nitratos. Rara vez su contenido en las aguas subterráneas puras supera los 10 mg/L.”



La enfermedad llamada metahemoglobinemia es por la ingesta de nitratos en seres humanos causa la reducción del potencial de los glóbulos rojos para el transporte de oxígeno, la población más vulnerable son bebés menores de 6 meses causando una reducción de oxígeno en los órganos y tejidos del cuerpo, el cual puede llevar a la muerte. ( Figueruelo y Dávila, 2004 citado en Bolaños-Alfaro, John Diego, & Segura-Araya, 2017).

Según la Digesa, 2010 establece los LMP de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos, donde el parámetro nitratos tiene un valor límite de 50 mg NO<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>.

## **2.2.10. Parametros Microbiologicos**

### **2.2.10.1 Coliformes Totales**

Son bacterias bacilares, anaerobias facultativas, aerobias, oxidasa-negativas, sin formación de esporas, fermentadoras de lactosa con actividad enzimática  $\beta$ -galactosidasa. Fermentan la lactosa entre 35 y 37° C y generan ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en 24 horas. Klebsiella, Citrobacter, Escherichia coli (Carrillo EM, 2008 citado en Larrea-Murrell, Rojas-Badía, Romeu-Álvarez, Rojas-Hernández, & Heydrich-Pérez, 2013)

Se utilizan exclusivamente como indicadores de contaminación bacteriana ya que en grandes concentraciones son ubicadas en el sistema intestinal de las personas y en los animales de caliente sangre además de ser una de las bacterias que puede mantenerse vivas por más tiempo en el agua a comparación de otras que no es factible determinarlas. (Campos 1996; Ashbolt et al. 1997 citados en Méndez Novelo, y otros, 2015)

Podemos encontrarlas en el suelo, en la parte superficial del agua, lo que su hallazgo nos indica que los procesos de tratamientos de agua no tienen una funcionalidad adecuada (Navarro Roa, 2007).

La carga mas significativa es por los residuos domesticos que contienen un alto porcentaje de materia organica ademas de microorganismos patogenos (Delgado Gomez y otros, 2008). Lo que provoca enfermedades gastrointestinales como :

Existen varias cepas diferentes de *Escherichia coli* que causan distintas enfermedades gastrointestinales, como la *E. coli* enteropatógena, enterotoxigénica, enteroinvasiva, enterohemorrágica y enteroagregante. *Shigella dysenteriae* causa disentería, *Salmonella typhi* causa fiebre tifoidea y *Vibrio cholerae* causa cólera.. (Mondaca y Campos 1996 citado en Méndez Novelo, y otros, 2015)

Según la Digesa, 2010 establece los LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos, donde el parámetro bacterias coliformes totales tiene un valor límite de 0 UFC/100 mL a 35°C.

#### **2.2.10.2. Coliformes Termotolerantes**

Son un grupo relativamente pequeño de bacterias que, por su origen, son indicadores de calidad. Se denominan así porque pueden soportar temperaturas de hasta 45°C. Aunque las especies *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* son menos comunes, *E. coli* es el representante predominante entre ellas. Estas últimas pertenecen a la clase de los coliformes termotolerantes; sin embargo, son en su mayoría de origen ambiental, procedentes de suelos, plantas y fuentes de agua. Normalmente



no se encuentran en la microbiota típica (Santiago-Rodríguez TM y otros, 2012 & Badgley BD y otros, 2011 citado en Larrea-Murrell y otros, 2013).

También se pueden reproducir en aguas con elementos vegetales (hojas descompuestas), formar biopelículas en tuberías de suministro en un sistema de tratamiento de agua, por estas razones no siempre estas bacterias son de materia fecal. (REDIRIS)

Según la Digesa, 2010 establece los LMP de parámetros microbiológicos y parasitológicos, donde el parámetro bacterias coliformes Termotolerantes tiene un nivel límite de 0 UFC/100 mL a 44°C.

### **2.2.11. Importancia De Las Aguas Subterráneas**

En comparación con la edificación de embalses y canales, el agua subterránea es menos costosa, más fácilmente disponible y esencial para un tercio de las necesidades de riego y de la población mundial. Su uso se ha disparado en las últimas décadas. Sin ayuda técnica ni financiera de los gobiernos, los agricultores de las naciones en desarrollo de las regiones áridas y semiáridas han podido llevar a cabo este crecimiento, que ha tenido mucho éxito en la reducción de la pobreza. Además, como la mayoría de los acuíferos tienen un almacenamiento de agua decenas o cientos de veces elevada a su suministro medio anual de agua, este crecimiento sirve de seguro contra las sequías y es una importante fuente de agua para la población del mundo (Sahuquillo Herraiz, 2009)

Actualmente la población no es consciente del gran valor que tiene este recurso muchas veces considerado invisible, esto a causa de la poca información

coherente y sistemáticamente que existe de este recurso, de esta manera queda restringido la comprensión de la gran importancia que tiene para la seguridad alimenticia y mitigación de la pobreza. (Garmendia Cedillo, 2013)

### **2.2.12. Contaminación De Las Aguas Subterráneas**

Se da de una manera tardía y obviamente se retrasa la presentación del fenómeno "contaminación de agua subterránea", además localizar y tratar de realizar un tratamiento es lenta y tiene un alto costo de inversión, en España los acuíferos son poco estudiados en temas de contaminación excepto por los nitratos , además que no existe un control sobre una serie de contaminantes a pesar que el uso es de forma significativa ya que se hace utiliza el recurso para regar aproximadamente un millón de hectáreas y el consumo es de un tercio de la población. (Sauquillo, 1994)

Las diversas actividades que realizan día a día las personas donde se introducen sustancias que derivan de los vertimientos de aguas servidas, deposición de residuos sólidos urbanos y residuos industriales, todos estos están directamente relacionadas con la modificación en la calidad de agua subterránea. Los contaminantes emergentes tomaron en los últimos años significancia como son los micro-contaminantes que provienen de aguas residuales urbanas así como fármacos, drogas de abuso, etc. (Moradell & Renau Pruñonosa, 2019)

### **2.2.13. Contaminantes Presentes En El Agua Subterránea**

Se establece de forma puntual agua subterránea aquella que se presenta ubicada en el area saturada de un acuífero, cuando esta sufre una alteración en sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas se considera contaminación y por ende no pueda ser usada domésticamente o cause alteraciones en el ambiente



acuático. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015 citado en Castillo Herrera, 2021)

Examinar a fondo las formas más comunes de contaminantes encontrados en los acuíferos es una tarea ardua. De la bibliografía actual se sabe que se han encontrado unos 200 compuestos químicos en las aguas subterráneas en general. En el total se incluyen unos 175 productos químicos orgánicos, 50 compuestos inorgánicos (no metales, metales, y ácidos inorgánicos), elementos radiactivos y microbios. Aunque algunos de los compuestos se presentan de manera natural en las aguas subterráneas, una parte considerable son de origen humano. Aunque una parte importante de ellos son de origen humano, otros se presentan de manera natural en el agua (Candela Lledo, 2002)

#### **2.2.14. Contaminación Por Actividad Humana**

La presencia de pozos negros, fosas sépticas, alcantarillados entre otros dan origen a una contaminación del tipo orgánica y biológica además de incorporar productos químicos de tipo doméstico. De forma fecal es la causa principal de contaminación doméstica, la presencia de agentes biológicos como E. Coli y Pseudomonas aeruginosa también de nitratos (se presentan cuando las aguas negras son descargadas por encima de la zona no saturada), también el aumento de sales totales y cloruros. (Candela Lledo, 2002).

Las fosas sépticas, las fugas de desagües cloacales y el vertido descuidado de aguas de fábricas industriales son las fuentes más comunes de contaminación orgánica y biológica. A estas fuentes se suma la contaminación derivada del uso cada vez más frecuente de elementos

químicos de empleo doméstico, como detergentes, en diversas formas (Pacori, 2018 citado en Morales Goicochea, 2022)

### **2.2.15. Letrinas**

Son generalmente retretes que se encargan de evacuar las excretas y orines de las personas que viven generalmente en zonas rurales donde no exista alcantarillado para la deposición de las mismas, son usadas generalmente en todo el mundo.

Las letrinas no sólo salvan la dignidad de las personas y son cómodas, sino que también evitan la contaminación del suelo y de las capas freáticas y la aparición de focos de infección donde proliferan mosquitos y moscas que propagan enfermedades peligrosas. Los excrementos tardan un tiempo en descomponerse por completo y volverse inodoros e inofensivos, pero empiezan a descomponerse en cuanto se depositan. A partir de ahora, «en un gramo de materia fecal pueden encontrarse hasta 10 millones de virus, 1 millón de bacterias y 1000 millones de parásitos.» (Naciones Unidas, 2019).

Los elementos constructivos de una letrina son los siguientes:

- Hoyo: agujero ubicado en el suelo del terreno donde se disponen las heces humanas.
- Losa: la ubicación es sobre el hoyo y generalmente es una estructura de concreto el cual se construye para sostener al usuario.
- Aparato sanitario: Dispositivo usado para brindar mayor comodidad al usuario al momento de defecar.

- Caseta: se constituye de paredes y techo que cubren la letrina tiene por objetivo principal brindar privacidad al usuario.

Según DIGESA (2010) en la construcción de letrinas de hoyo seco con una ventilaciones de 2 pulg., se debe de tomar en cuenta una distancia mínima de 15 metros a 30 metros máximo hacia la vivienda más próxima además de contar que para 10 personas se debe de construir un asiento.

### 2.2.16. Tipos De Letrinas

Las letrinas a lo largo del tiempo van mejorando en la gran variedad y tipos, los cuales podemos observarlo en la figura 2.

**Figura 2**

*Tipos de Letrinas*

Esquema	Descripción	Esquema	Descripción
	<b>Letrina de fosa simple</b> Es el de mayor antigüedad, es el más utilizado y más barato de todos los tipos. Problemas con los olores. Es el que más deteriora y contamina el suelo. No es recomendable construirlo más de 2 veces en un terreno.		<b>Letrina de colector solar</b> Derivada de la letrina abonera, con sus mismo elementos, diferenciada en su colector solar que acelera el proceso de descomposición de las heces. No se recomienda en zonas urbanas por el mantenimiento diario. (Tec-Capó)
	<b>Letrina mejorada de pozo ventilado</b> Derivado de la letrina de fosa simple, incluye un tubo el cual ayuda a sacar los malos olores del foso. Contamina altamente el suelo y no se recomienda construirlo más de 2 veces en un terreno.		<b>Letrina de cierre hidráulico</b> Igual que la letrina de fosa simple, es muy popular en los barrios, esta necesita agua para su uso. Una vez llena se cierra la válvula y se construye el foso en otra parte del terreno, deteriora altamente la estabilidad del terreno.
	<b>Letrina abonera</b> Este tipo separa las heces de la orina, es muy amigable con el ambiente. Esta se describe en una de las partes del manual. (pág. 15)		<b>Letrina de fosa séptica</b> Consiste en un depósito de sedimentación cubierto, donde se quedan las heces y un decantador que filtra la orina hacia el suelo. Esta se describe en una de las partes del manual. (pág. 31)

Nota. Antunez (2002)

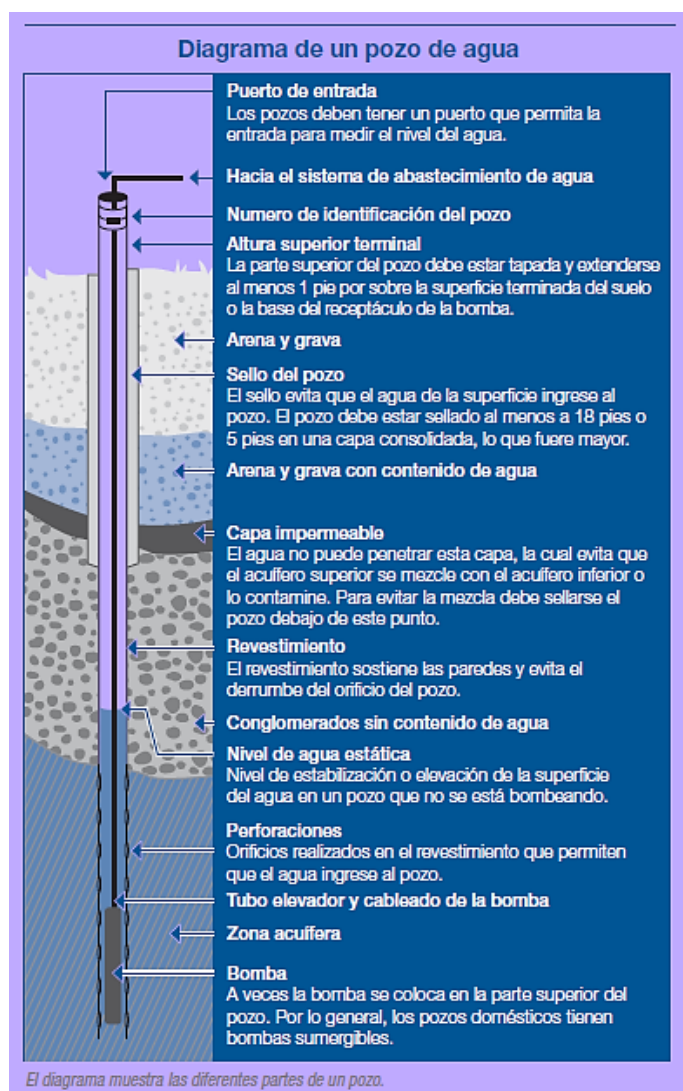
## 2.2.17. Pozo De Agua

La formación de pozos de agua son de forma natural o antropogénicas donde se perforan orificios en el suelo hasta llegar al agua subterránea, generalmente los pozos están abiertos con un entubado un revestimiento de pozos o un encamisado, el agua es de uso doméstico y también para otros fines. (Oregon Water Resources Department, 2016)

Diagrama de un pozo de agua en la figura 3.

**Figura 3**

*Partes de un Pozo Tubular*



*Nota.* Oregon Water Resources Department (2016)



## **2.3. Marco Concepto**

### **2.3.1. Agua Subterranea**

Se ubica abajo del nivel freatico donde los poros estan totalmente saturados, se almacena y circula formandose los acuíferos, discurren a la superficie de manera natural o antropogenica. (Collazo Caraballo & Montaña Xavier, 2012)

### **2.3.2. Calidad De Agua**

Son las condiciones en las que se encuentra las propiedades físicas, químicas y bacterológicas del agua ya sea orgánica o antropogenica, generalmente la calidad se determina comparando dichas características con directrices o estándares. (Baeza Gomez, 2017)

### **2.3.3. Letrina**

Son un conjunto de componentes que tienen la finalidad de disponer correctamente las excretas o desposiciones para la protección de la salud y eludir la contaminación del ambiente (Zarza, s.f.)

### **2.3.4. Pozo De Agua**

Se presenta en forma de abertura natural (presión natural) o artificial de la cual se extrae agua subterránea. (Oregon Water Resources Department, 2016).

### **2.3.5. Contaminacion**

Variación negativa en las características físicoquímicas y bacterológicas en el agua, suelo, aire que causa algún daño a toda forma de vida. (Reyes Gil y otros, 2005)

### **2.3.6. Influencia**

Es la disposición de determinar la conducta de un individuo, cosa o término. (Eduardo Lazcano, 2020)



## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la Investigación

La investigación tiene el enfoque cuantitativo, por que muestra la necesidad de medir magnitudes de un fenómeno, la medición que se representa en números, es la base principal para la recolección de datos además se deben de observar los fenómenos en estudio. (Sampieri, 2014)

“Este enfoque organiza los pasos en un orden metódico y secuencial que da lugar a la comprobación de hipótesis.” (Arispe Albuequeque y otros, 2022)

#### 3.2. Tipo de Investigación

Según el propósito de esta investigación, } es básica ya que tiene como objetivo ayudar con los conocimientos científicos sin verificarlo con ningún contexto practico (Muntane Relat, 2010)

#### 3.3. Nivel de la Investigación

De acuerdo al conocimiento que pretende generar el presente estudio presenta un nivel de investigación descriptivo, donde este busca, reunir información o datos de las características, aspectos dimensiones del objeto en estudio, también



podría denominarse diagnóstica ya que pretende responder a la pregunta ¿Cómo es  $x$ ? o ¿cuál es la relación de  $x$  y  $y$ ?. (Esteban Nieto, 2018)

### **3.4. Diseño de la Investigación**

El diseño corresponde a un estudio no experimental por que no se estimula o manipula a la variable independiente y se observa situaciones ya existentes, así como sus efectos, en el cual se distingue el tipo transaccionales, donde se colectan los datos de una sola situación, tiene la finalidad de describir y evaluar el impacto de las variables de un momento. (Hernández Sampieri, 2014)

### **3.5. Población y Muestra**

#### **3.5.1. Población**

Es la agrupación de personas u objetos de los cuales se quiere determinar algunas características en común en un estudio. (Lopez, 2004)

La urbanización de Tepro Escuri del distrito de San Miguel emplean pozos de agua subterránea como fuente de suministro de agua para cubrir sus necesidades básicas.

#### **3.5.2. Muestra**

La investigación maneja la muestra no probabilística o también llamadas dirigidas, según Johnson. (2014), Hernández-Sampieri et al., (2013) y Battaglia, (2008b) citado en Sampieri, (2014) "La selección de los elementos viene determinada por razones asociadas a las características del estudio o a los objetivos del investigador y no por el azar". Dentro de la muestra no probabilística en la presente estudio se emplea un muestreo intencional. Para Vasquez Martinez (2017), trata de elegir elementos por conveniencia donde para el investigador le resulta con facilidad examinarlos por la cercanía geográfica, además de ser



económica y menor tiempo. Donde se tuvo la muestra de 06 pozos de agua con distancias de las letrinas.

### **3.6. Técnica e Instrumentos**

#### **3.6.1. Técnica**

En el presente estudio para compilar datos se empleó la observación directa, debido al contacto directo que se tuvo a través del análisis de los valores de los parámetros físico químicos del agua de los pozos cercanos a letrinas.

#### **3.6.2. Instrumentos**

- Ensayo de laboratorio de agua
- Reglamento De Calidad De Agua Para Consumo Humano
- Técnicas para la Instalación de Letrinas Sanitarias-DIGESA
- Manual De Diseño Para Letrinas De Procesos Secos-CEPIS/OPS
- Norma Técnica IS 010 Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones
- Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

### **3.7. Ubicación de la Zona De Estudio**

La urbanización Tepro Escuri está ubicada a 3824 m.s.n.m. pertenece al Distrito de San Miguel donde este forma parte de uno de los 5 distritos de la provincia de Juliaca de la región de Puno. El area de estudio tiene un área contigua de 106487.16 m<sup>2</sup>, al noroeste del Lago Titicaca podemos observar de forma detallada en la figura 4

## Figura 4

### Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio



Nota, Google Earth Pro

## 3.8. Procedimiento Metodológico

### 3.8.1. Metodología para los Objetivos Específicos 1 Y 2:

- Determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano según DS.031-2010-SA
- Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano según DS.031-2010-SA

## A). Ubicación de los puntos de muestreo de pozos de agua

La presente investigación en la Urbanización Tepro Escuri se eligió los siguientes puntos que se exhiben detalladamente en la figura 5 y tabla 2.

**Figura 5**

*Ubicación de los Puntos de Muestreo de Agua*



*Nota, Google Earth Pro*

**Tabla 2**

*Puntos de Muestreos de Agua*

POZO	COORDENADAS (UTM)		CODIFICACION
	ESTE	NORTE	
1	378505	8290236	P-1
2	378590	8290343	P-2
3	378740	8290489	P-3
4	378714	8290444	P-4
5	378757	8290391	P-5
6	378756	8290557	P-6



## **B). Preparación de materiales y equipos para la toma de muestra**

Para muestrear el agua en cada pozo se tomó en cuenta el Protocolo De Procedimientos Para La Toma De Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento Y Recepción Para Consumo Humano (DIGESA, 2015) donde se toma algunas consideraciones como:

### **B.1). materiales**

- Tablero
- Libreta
- Papel secante (tissue)
- Plumón indeleble
- Etiqueta para identificar los frascos
- Frasco de vidrio borosilicato de 500ml autoclavado en el laboratorio
- Frascos de plásticos de caba ancha, cerrada herméticamente de primer uso (en cantidad y medidas de los frascos de acuerdo al laboratorio seleccionado)
- Guantes descartables
- Cordor de nylon
- Ice pack

### **B.2). Equipos**

- Cámara fotográfica



## C). toma de muestra de agua de pozo

A). Recojo de cooler con los materiales para tomar muestras de agua del Laboratorio de Calidad Ambiental de la EPISA además de una cadena de custodia

B). La muestra se realizó en 06 puntos, teniendo en cuenta los parámetros a ser analizados, como es el caso de los parámetros microbiológicos que se usaron frascos de vidrios, debidamente envueltos además de estar esterilizados dejando una parte de 1/3 del volumen del frasco

C). Para los demás parámetros físicos y químicos se contó con frascos de plástico de diferentes volúmenes donde se llenó a tope para impedir que se forme burbujas y cerrar herméticamente para posteriormente colocarlo en el cooler refrigerado.

D). En todo punto de muestreo se tomó la información de ubicación además fotografías que comprueben la veracidad de la investigación.

E). Una vez culminado el muestreo se pasó a llenar la cadena de custodia con toda la información recogidos en campo como las coordenadas en sistema UTM de cada punto de muestreo, código, fecha y hora.

F). El traslado de las muestras de agua se efectuó en mismo día al laboratorio de Calidad Ambiental juntamente con la cadena de custodia Anexo1 donde durante días posteriores realizaron los análisis respectivos.

D). análisis de la calidad de agua en el laboratorio

Fueron 10 los parámetros analizados en cada muestra de aguas de acuerdo a las sugerencias de los Métodos Normalizados Para el Analisis de Agua Potable y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005, donde se detalla a continuación:

### **D.1.Potencial de hidrógeno**

Se trata de un parámetro estándar cuyo valor se considera el punto de referencia número 7, que es neutro; si las cifras son superiores a esta zona, se dice que el agua es alcalina, y si son inferiores, que es ácida.

Para el estudio se requiere una porción de 40 ml de agua en un envase tipo vaso de precipitados. Tras insertar el detector del dispositivo en la disposición de electrodos, la medición se muestra de manera automática en la pantalla. Espere unos instantes a que la lectura se afiance y, a continuación, registre el valor resultante (Oscoco, 2019).

### **D.2.Conductividad eléctrica**

Esta prueba tiene por objeto determinar si el agua puede transmitir una corriente eléctrica. Se utiliza el método potenciométrico para medir la conductividad del agua, y un electrodo preajustado ayuda en este proceso. Para representar los resultados en microsiemens por centímetro, se multiplica el valor final por un coeficiente (k). Para completar la medición se requiere una muestra de agua de 50 ml en un envase tipo vaso de precipitados.

A continuación, para tomar la lectura adecuada, el electrodo debe sumergirse completamente en el líquido hasta el punto en que se sumerge su cabeza.



### **D.3.Sólidos totales disueltos**

Para cuantificar el total de sólidos disueltos se emplean dispositivos que emplean la técnica de filtración de partículas, que incluye sales y residuos orgánicos. El agua con una elevada concentración de sólidos en suspensión pierde calidad. Como consecuencia, desaparecen propiedades organolépticas fundamentales como la ausencia de color, olor y sabor. Beber agua con un alto contenido en sólidos hace que sepa mal, cambie de color y tenga efectos negativos en el organismo. Para medirla, ponga una muestra de 40 ml en un vaso de precipitados, sumerja la sonda de medición del conductímetro hasta alcanzar una lectura fija y registre el resultado.

### **D.4.Turbidez**

Utiliza una técnica que evalúa cuánta radiación luminosa se dispersa cuando las partículas suspendidas en el agua la absorben en determinadas circunstancias. Los niveles de turbidez tienden a aumentar con el incremento de la dispersión de la luz. Un turbidímetro, también conocido como nefelómetro, es un conector que se emplea para la medición directa. Produce una lectura directa del parámetro en unidades nefelométricas de turbidez.

La célula de lectura se limpia y se seca antes de añadir una muestra de 25 mililitros de agua para su examen.

El aparato realiza la lectura, que se registra en NTU. Se aconseja asegurarse de que la muestra esté refrigerada hasta que se realice el análisis.



### D.5. Dureza total

Titular la muestra fue el primer paso del procedimiento, que consistió en girar la perilla de liberación para dejar gotear en el titulador. Cuantificamos el sobre de muestra, fijándolo en 25 ml, con una pipeta y lo trasladamos a un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Después de añadir el tampón de pH 10, añadimos el producto químico erichrome black T, que da a la muestra un color púrpura. Después, aunque la muestra se volvió azul, se tituló con EDTA, y se registraron las cantidades utilizadas para el resultado.

### D.6. Cloruros

La muestra de agua se transfiere en volumen (10 ml) a un matraz y, a continuación, se diluye con 90 ml de agua desmineralizada. A continuación se añade  $K_2CrO_4$ , o indicador de dicromato potásico. Inicialmente, precipita el compuesto  $AgCl$  (cloruro de plata) y, a medida que se agota el cloruro, la muestra adquiere una tonalidad amarilla. Se utiliza  $AgNO_3$  para la valoración, y cuando se agita el matraz, reacciona con  $K_2CrO_4$  para producir el precipitado rojo ladrillo. Al final se anota el tamaño utilizado.

### D.7. Sulfatos

Se añadió un mínimo de 0,01 mg de cloruro de bario a 25 ml de la muestra de agua en un matraz de 250 ml para facilitar su disolución. A continuación, se dejó reposar durante diez minutos. A continuación, se calibró y encendió el espectrofotómetro. A continuación, se introdujo la muestra en un recipiente de vidrio para evaluar su transmitancia con el aparato, obteniéndose un valor porcentual (%) que se convirtió en miligramos por litro.



## D.8.Nitratos

En este procedimiento, el HCl concentrado se diluyó con agua destilada para producir ácido clorhídrico con una concentración de 1N. Tras calentar el  $\text{KNO}_3$  a  $105\text{ }^\circ\text{C}$  durante 24 hrs, se disolvió en agua libre de nitratos añadiendo  $\text{CHCl}_3$ . Así se obtuvo la solución madre de nitrato. A continuación, mediante dilución y adición de cloruro de hidrógeno 1N, se produjeron soluciones patrón de nitrato con rangos de contenidos de 5 a 30 mg/l. Tras agitar las soluciones y dejarlas reposar, se midió la absorbancia a 220 nm.

La muestra de nitrato se filtró y se pasó a un matraz aforado, donde se añadió ácido clorhídrico 1N. El blanco estaba compuesto por agua destilada y ácido clorhídrico 1N. Posteriormente, se utilizó una célula de cuarzo para analizar la absorbancia de la muestra a 220 nm, y se evaluó una absorbancia a 275 nm asociada al material orgánico. La absorbancia final del  $\text{NO}_3$  puede obtenerse multiplicando la absorbancia a 275 nm por la absorbancia a 220 nm.

Para evaluar la cantidad de nitrato presente en la muestra, este procedimiento implica generar soluciones, hacer soluciones de referencia y medir las absorbancias. Para ello se utilizan técnicas como la dilución, el calentamiento, el filtrado y la medición espectrofotométrica. Estos métodos ayudan a determinar la cantidad exacta de nitrato presente en la muestra y a evaluar la calidad del agua y la concentración de  $\text{NO}_3$ .

## D.9.Coliformes termotolerantes y totales

Esta técnica se divide en dos partes: el medio de cultivo se prepara con un día de antelación y se somete a  $45\text{ }^\circ\text{C}$  en el horno para comprobar su esterilidad:



## A). Test presuntivo

- De acuerdo con las directrices, comenzamos la prueba de coli agitando violentamente la muestra de agua al menos 25 veces para garantizar la consistencia.
- Cada uno de los 9 tubos, que presentaban 10 mililitros de caldo de lactosa (CL) cada uno, se colocó en una disposición de tubo Durham invertido para que coincidiera con cada muestra de agua correctamente etiquetada. En tres tubos se añadieron diez mililitros de la composición de la muestra y diez mililitros de caldo de lactosa (CL) estéril a doble concentración.
- Durante las sesiones privadas, inyectamos 1 ml de la formulación de la muestra en 3 tubos junto con 10 ml de caldo de lactosa estéril (LC). Para hacer un total de 10 ml de caldo de lactosa estéril, se añadieron 0,1 ml del contenido de la muestra de tres tubos.
- Los tubos se colocaron en gradillas después de mezclarlos bien para conseguir homogeneidad. A continuación, se introdujeron en un horno a 35 °C durante un periodo de 24 a 48 horas. Los resultados de los tubos se comprendieron al cabo de 48 horas.
- Esta prueba inicial identifica las bacterias que responden positivamente a la lactosa, como demuestra la producción de gas (CO<sub>2</sub>) que queda atrapado en el tubo Durham. En este punto, se anotan los resultados positivos y se representan en requisitos de NMP para coliformes. Los tubos que mostraban signos de gas y una posible respuesta a la descomposición de la lactosa eran posiblemente positivos para



coliformes. Los tubos que cumplían estos requisitos se eligieron entre estos resultados positivos para la siguiente ronda de pruebas.

## **B).Test confirmatorio.**

- A los tubos que dieron positivo en la prueba preliminar se les introdujo una cantidad de material previamente esterilizado. Estos tubos se mezclaron con tubos Durham invertidos y con otro tubo que contenía 10 cc de caldo de lactosa violeta brillante:
- Los tubos de caldo de lactosa (CL) que proporcionaron positivo en la prueba presuntiva se utilizaron para identificar los tubos de caldo de lactosa violeta brillante (CLVBB).
- Para garantizar una distribución proporcional, se añadió la muestra a cada tubo de caldo (CLVBB) y se agitó.
- Los tubos que contenían CLVBB se incubaron a 35 °C o 49 °C durante un periodo de 24 a 48 horas.
- Los tubos que presentaban una composición gaseosa y un aspecto turbio se leyeron al cabo de 24 horas.
- Los tubos que no mostraron desarrollo tuvieron un periodo de incubación adicional de 24 horas; tras éste, se realizó otro proceso.
- Tras la recogida de datos de la prueba de confirmación, se registraron los recuentos y las cuantificaciones de NMP de coli.

**Tabla 3***Límites Máximos Permisibles del DS.031-2010-SA*

<b>PARAMETRO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>LIMITE MAXIMO PERMISIBLE</b>
<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>		
<b>Bacterias Coliformes Totales.</b>	UFC/100 mL a 35°C	0
<b>Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.</b>	UFC/100 mL a 44,5°C	0
<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA</b>		
<b>Turbiedad</b>	NTU	5
<b>Ph</b>	Valor de Ph	6.5-8.5
<b>Conductividad (25 C°)</b>	µmho/cm	1500
<b>Solidos Totales Disueltos</b>	mgL-1	1000
<b>Cloruros</b>	mg Cl – L-1	250
<b>Sulfatos</b>	mg SO4= L-1	250
<b>Dureza Total</b>	mg CaCO3 L-1	500
<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS</b>		
<b>Nitratos</b>	mg NO3 L-1	50

Fuente, Digesa (2010)

### 3.8.2. Metodología para los objetivos específicos 3:

- Determinar las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea para proporcionar un nivel de saneamiento adecuado en la Urbanización Tepro Escuri

#### A). Ubicación de letrinas

La presente investigación en la Urbanización Tepro Escuri se ubicó las letrinas más cercanas a los pozos de agua además de tomar las características de cada letrina como el tiempo de uso, profundidad de hoyo y componentes de las mismas, la ubicación y coordenadas se exhiben en figura 6 y tabla 4.

**Figura 6**

*Ubicación de letrinas más cercanas con relación a pozos de agua*



Nota, Google Earth Pro

**Tabla 4**

*Ubicación de letrinas más próximas a pozos de agua.*



LETRINA	COORDENADAS (UTM)		CODIFICACION
	ESTE	NORTE	
1	378505	8290236	L-1
2	378590	8290343	L-2
3	378740	8290489	L-3
4	378714	8290444	L-4
5	378757	8290391	L-5
6	378756	8290557	L-6

b). Preparación de equipos y materiales para tomar insitu datos de las características de las letrinas, además de las distancias letrina y pozo de agua.

**b.1. materiales:** cinta métrica, Tablero y Libreta de campo

**b.2. Equipos:** Cámara fotográfica y GPS

c). Se verifico las siguientes características de las letrinas seleccionadas: Tiempo de uso de las letrinas, distanciamiento de las letrinas y pozos de agua, profundidad de hoyo seco de las letrinas y tipo de construcción de letrinas

### 3.8.3. Análisis Estadístico

**Ha=** Las letrinas influyen en la calidad del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Tepro Escuri.

**Ho=**Las letrinas no influyen en la calidad del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Tepro Escuri.



## CAPITULO VI

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Resultados de los objetivos específicos 1 y 2

- Determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano según DS.031-2010-SA
- Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano según DS.031-2010-SA

Los puntos a muestrear de pozos fueron 06 en el mes de diciembre del 2023, para el muestreo de agua en cada pozo se tomó en cuenta el Protocolo De Procedimientos Para La Toma De Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento Y Recepción Para Consumo Humano (DIGESA, 2015).

En el laboratorio de calidad de la Escuela Profesional De Ing. Sanitaria Ambiental – EPISA, los resultados fueron emitidos al pasar 15 días entregado las muestras a través de un informe de laboratorio, el resultado se detalla además de realizar una comparación con los Límites Máximos Permisibles señalados en el DS. 031-2010-SA, en la siguiente tabla 5.



**Tabla 5**

*Concentración de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de los pozos de agua en relación con los LMP establecido en el DS.031-2010-SA*

PARÁMETROS	UNIDAD	P1	P2	P3	P4	P5	P6	LMP
pH	-	7.61	7.73	7.67	7.64	7.59	7.54	6.5
Conductividad eléctrica	μS/cm	1335	1617	948	1125	1159	1192	1500
Turbidez	NTU	0.45	0.90	1.24	0.71	0.75	0.79	50
Sólidos totales disueltos	mg/l	650	797	469	548	423	485	1000
Sulfatos	mg/l	53	48	55	43	40	42	250
Nitratos	mg/l	3.3	5.0	1.4	1.4	1.2	1.0	50
Cloruros	mg/l	132.80	203.23	66.40	102.62	90.55	76.46	250
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	428.0	572.0	272.0	392.0	376.0	360.0	500
Coliformes totales	NMP/100ml	210	90	240	2400	30	240	0
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	43	30	110	90	30	930	0

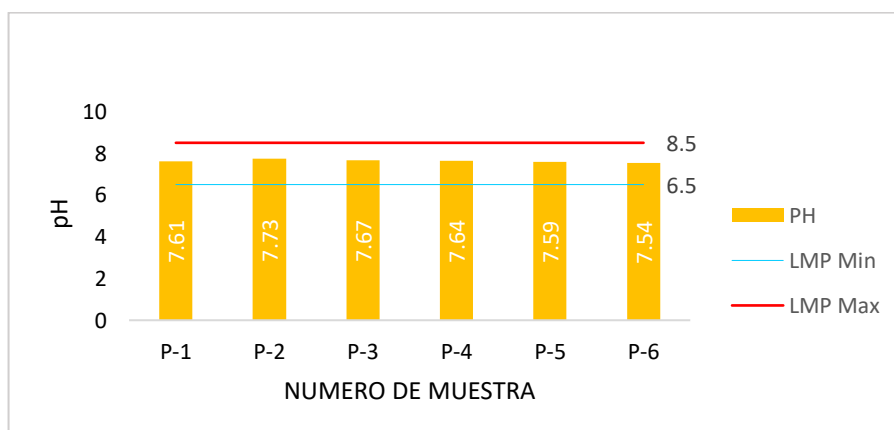
A continuación, se tiene una mayor descripción de los 09 parámetros analizados

- Ph
- Turbidez
- Sulfatos
- Nitratos
- Coliformes Totales
- Coliformes termotolerantes
- Conductividad Eléctrica
- Solidos Totales Disueltos
- Cloruros
- Dureza Total

### A). Potencial de hidrogeno

**Figura 7**

*Comparación del pH con los LMP establecidos en el DS. 031-2010-SA*

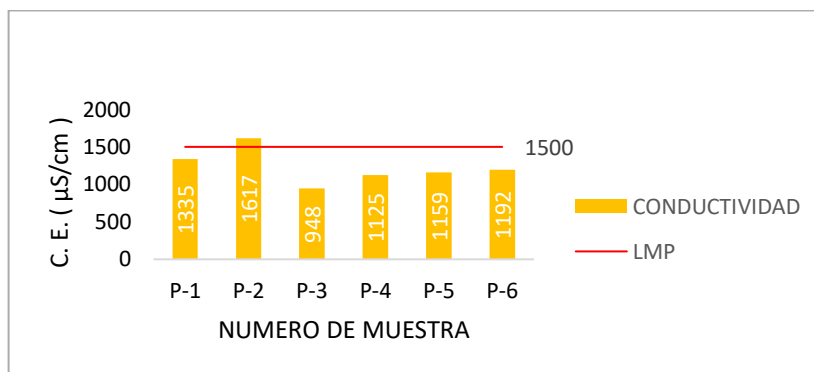


En la figura 7, observamos en los 06 pozos de agua subterránea para consumo poblacional que fueron analizados, las concentraciones del potencial de hidrogeno (pH) con respecto a los límites exigidos no superan en ninguno de los casos.

## B). Conductividad eléctrica

**Figura 8**

*Comparación de la Conductividad Eléctrica con los LMP establecidos en el DS. 031-2010-SA*

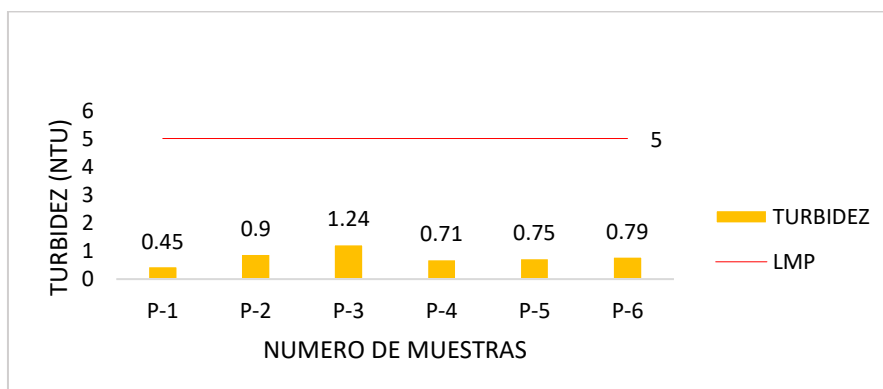


En la figura 8, ilustra los valores del análisis de pozos de agua para calidad humana, donde el punto P-2 supera los LMP. Al presentarse niveles altos de conductividad eléctrica hace referencia de la medición de forma obligatoria las concentraciones de SDT en el agua.

## C). Turbidez

**Figura 9**

*Comparación de la Turbidez con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA*



En la figura 9, las concentraciones obtenidos del parámetro turbidez en el laboratorio de Calidad Ambiental indican que los P-1, P-2, P-3, P-4, P-5 y P-6 en

ninguno de los casos los valores son superados los límites exigidos en el LMP, pero el P-3 tiende a tener un valor mayor que el resto y la distancia de pozo de agua – letrina es de 9 metros.

### D). Solidos Totales Disueltos (STD)

**Figura 10**

*Comparación de la Solidos Totales Disueltos con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA*

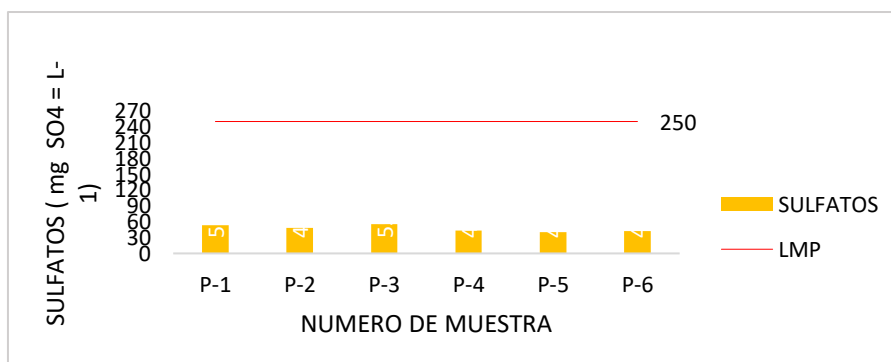


En la Figura 10, se ejemplifica que los contenidos obtenidos de los pozos de agua para consumo poblacional no superan los valores límites permisibles establecidos en el DS.031-2010-SA.

### E). Sulfatos

**Figura 11**

*Comparación de la Sulfatos con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA*



En la figura 11, observamos que los 06 resultados de los valores de sulfatos no superan los LMP, casi todos los resultados tienen valores en intervalos de 40 a 50 mg SO<sub>4</sub>= L-1.

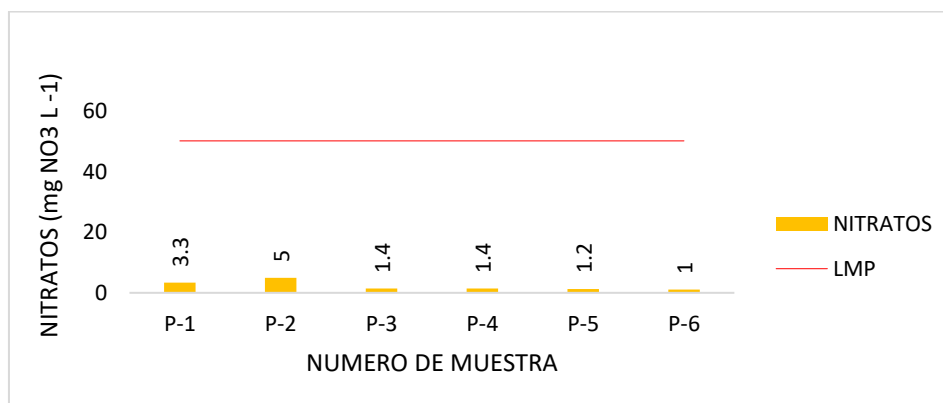
Cabe mencionar que la presencia de contenidos altos de sulfatos en el agua causa disentería y provoca daños en las tuberías que son frecuentemente usadas como parte de la instalación de bombas centrifugas.

Tiene un efecto laxante al ingresar los sulfatos (sulfato de sodio y magnesio) al organismo en concentraciones mayores a 200 mg/L, ayudan a la corrosión de los metales y logran cambiar el sabor al agua.

## F). Nitratos

**Figura 12**

*Comparación de la Nitratos con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA*

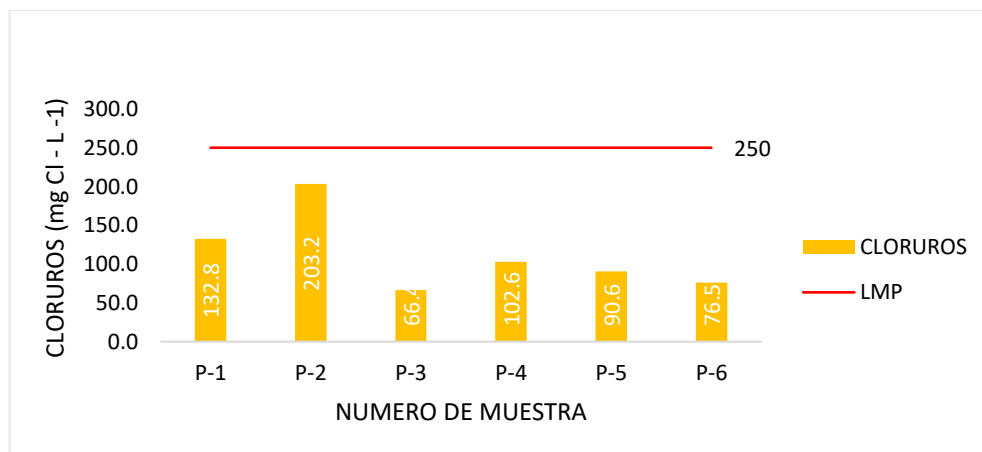


En la figura 12, las concentraciones que se muestran como resultado del análisis en el Laboratorio de Calidad Ambiental no superan los LMP exigidos en el Reglamento de Calidad de Agua Para Consumo Humano siendo valores bastante bajos en cada punto.

## G). Cloruros

**Figura 13**

*Comparación de la Cloruros con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA*

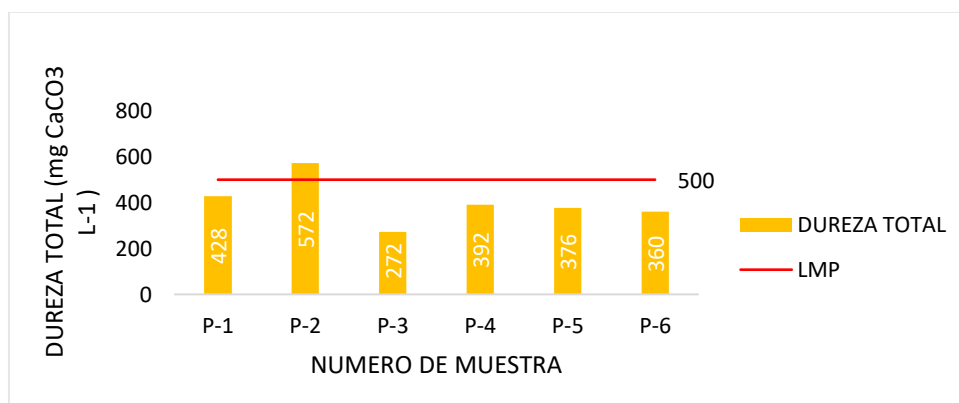


En la Figura 13, se exhiben las concentraciones derivadas de 06 puntos de muestreo donde P-2 tiene el valor más alto a comparación de los demás puntos, aun así el LMP señalado en el DS. 031-2010-SA del parámetro cloruros está por encima de todas las concentraciones presentadas.

## H). Dureza Total

**Figura 14**

*Comparación de la Dureza Total con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA*



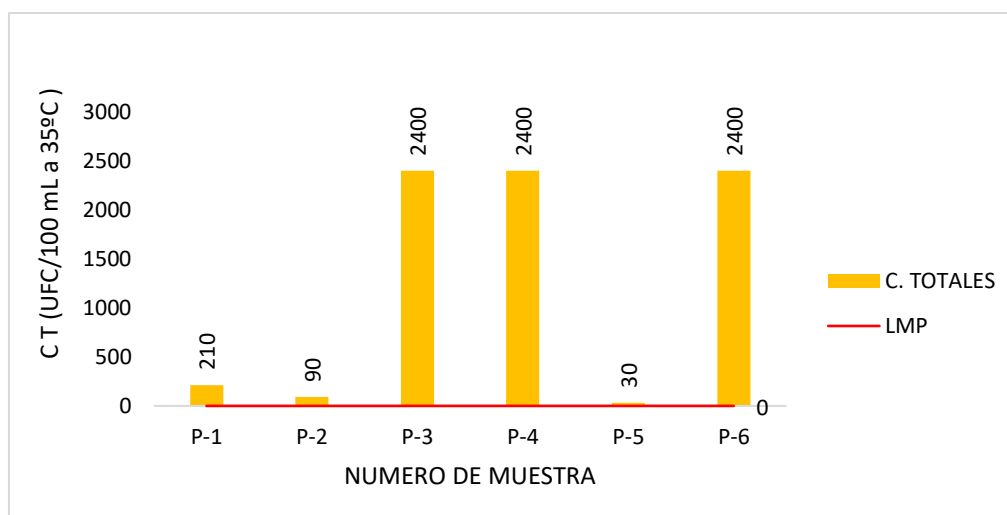
En la figura 14, la concentración más alta está en el punto P-2, que supera el Límite Admisible propuesto en el Reglamento de Agua para Consumo Humano, además la distancia de pozo de agua con respecto a la letrina más próxima es de 10.5 metros.

Los puntos de muestreo no superan las concentraciones establecidas pero si presentan altos niveles de concentración de dureza, esto se ve reflejado al momento de usar el jaboncillo no genera espuma además al momento de hervir el agua queda una capa blanca en el fondo y alrededores de los utensilios de cocinas usados para eso, que normalmente es carbonato de calcio.

### I). Coliformes Totales

**Figura 15**

*Comparación de Coliformes Totales con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA*



En la figura 15, se exhiben las 06 concentraciones presentadas como resultados del análisis del parámetro Coliformes Totales superan los LMP, donde en los puntos P-3, P-4 y P-6 tienen las concentraciones más altas

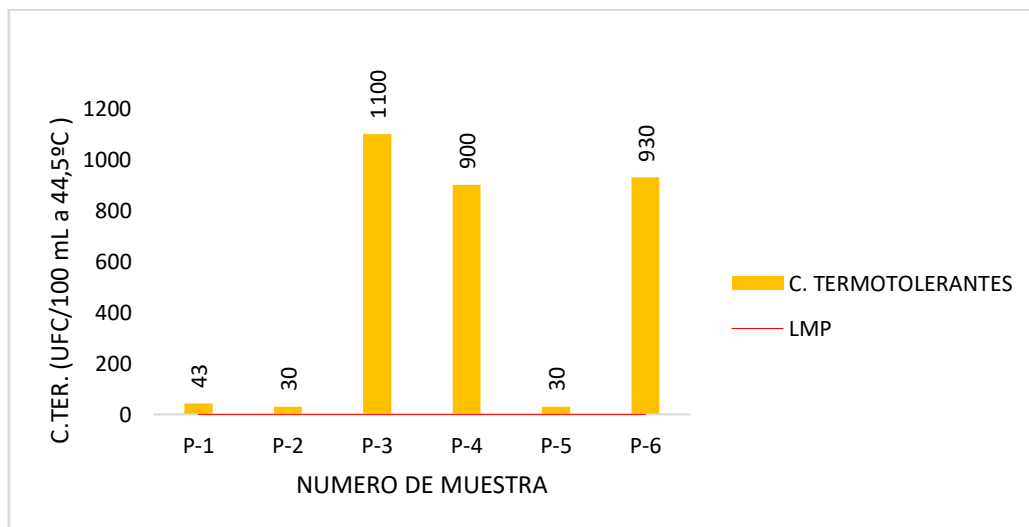
Además, las distancias entre cada pozo y letrinas más próximas es de 9 metros, 7 metros y 12 metros además de contar con una mayor densidad de letrinas.

En el P-1, P-2 y P-5 presenta una concentración relativamente alta donde las distancias de letrinas más próximas se encuentran a 12 metros 10.5 y 25 metros.

## J). Coliformes Termotolerantes

**Figura 16**

*Comparación de Coliformes Termotolerantes con los LMP establecido en el DS. 031-2010-SA*



En Figura 16, se muestra el resultado del análisis realizado en la Urbanización Tepro Escuri en 06 puntos con respecto al parámetro microbiológico Coliformes Termotolerantes, donde los P-3, P-4 y P-6 presentan las concentraciones más altas con respecto a los P-1, P-2 y P-5 que tienen las concentraciones bajas.

“Pero algunas cepas de E. coli, en especial la cepa 0157:H7, pueden ser extremadamente enfermizas. Los recientes brotes de enfermedades relacionadas con la E. Coli 0157:H7 han suscitado preocupación pública.” (Carbotecnia, 2021)

#### **4.1.2. Resultados del objetivo específico 3**

- Determinar las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Tepro Escuri.

A continuación, se describe detalladamente en cada una de las letrinas seleccionadas sobre el tiempo de uso, distancia entre letrina y pozo de agua, profundidad de hoyo y componentes de una letrina, al mismo tiempo se hace la comparación con las normativas establecidas acorde con lo mencionado anteriormente.

##### **a) Punto L1-P1**

**Figura 17**

*Fachada exterior de letrina L1*



**Tabla 6***Condición actual de las características del punto L1-P1*

CARACTERISTICAS	CEPIS	IS 010	MINSA	P1-L1
Tiempo de uso de las letrinas	4 años	3 años		4
Distancia de las letrinas y los pozos de agua	20	15	15	12
Profundidad de hoyo	-	-	1.80	1.50
Componentes de una letrina	Hoyo o cámara	Hoyo	-	Hoyo
	Brocal	-	-	X
	Losa	Losa	-	Losa
	Terraplén	-	-	X
	Aparato sanitario	Asiento con tapa	-	X
	-Tipo turco			
	-Tipo taza			
	caseta	caseta	-	Caseta

En la tabla 6, muestran el tiempo de uso de la letrina L1 es de 4 años además la distancia de la letrina L1 y pozo de agua P1 es de 12 metros, la profundidad del hoyo es de 1.50 metros, además cuenta con un hoyo, losa y caseta de calamina

como parte de sus componentes de la letrina L1. Según los datos obtenidos existe un claro incumplimiento de las especificaciones técnicas establecidos en el CEPIS/OPS y Norma Técnica IS 010 en cuanto a los componentes que tiene que tener una letrina y el tiempo de uso de la letrina L1 está al límite con lo establecido en las especificaciones técnicas ya mencionadas.

La distancia de 12 metros entre L1-P1 en comparación a lo establecido en CEPIS/OPS, Norma Técnica IS 010 y la cartilla del MINSA, no cumple con la distancia mínima requerida con relación a las 3 especificaciones técnicas. En relación a la profundidad mínima de 1.80 del hoyo de una letrina que establece el MINSA, la Letrina L1 no cumple con lo establecido.

## b) Puntos L2-P2

### Figura 18

*Fachada exterior de letrina L2*



Tabla 7

Condición actual de las características del punto L2-P2

CARACTERISTICAS	CEPIS	IS 010	MINSA	L2-P2
Tiempo de uso de las letrinas	4 años	3 años		3
Distancia de las letrinas y los pozos de agua	20	15	15	10.5
Profundidad de hoyo	-	-	1.80	1.60
Componentes de una letrina	Hoyo o cámara	Hoyo	-	hoyo
	Brocal	-	-	X
	Losa	Losa	-	losa (madera)
	Terraplén	-	-	X
	Aparato sanitario	Asiento con tapa	-	X
	-Tipo turco			
	-Tipo taza			
caseta	caseta	-	caseta	

En la tabla 7, muestran el tiempo de uso de la letrina L2 es de 3 años además la distancia de la letrina L2 y pozo de agua P2 es de 10.5 metros, la profundidad del hoyo es de 1.60 metros, además cuenta con un hoyo, losa y caseta como parte

de sus componentes de la letrina L2. Según los datos obtenidos el tiempo de uso es de 3 años, este resultado solo cumple con la IS 010, la distancia mínima varía entre 20-15 metros dentro de las 3 normas técnicas, dando en el punto L2-P2 una distancia de 10.5 que no cumple con los mencionado anteriormente, en referencia a la profundidad del hoyo que según el MINSA es de 1.80 metros , se obtuvo un resultado de 1.60 donde esta característica no es cumplida.

Con lo referente a los componentes la letrina L-1 solo cuenta con hoyo, losa de madera que a simple vista es un riesgo para el usuario a que presenta humedad y una caseta improvisada de calamina, en relación a todos los datos comparados la letrina L2 presenta condiciones precarias.

### c) Puntos L3-P3

**Figura 19**

*Fachada exterior de letrina L3*



**Tabla 8***Condición actual de las características del punto L3-P3*

CARACTERISTICAS	CEPIS	IS 010	MINSA	L3-P3
Tiempo de uso de las letrinas	4 años	3 años		5
Distancia de las letrinas y los pozos de agua	20	15	15	9
Profundidad de hoyo	-	-	1.80	1.60
Componentes de una letrina	Hoyo o cámara	Hoyo	-	Hoyo
	Brocal	-	-	X
	Losa	Losa	-	X
	Terraplén	-	-	X
	Aparato sanitario	Asiento con tapa	-	X
	-Tipo turco			
	-Tipo taza			
	caseta	caseta	-	Caseta

En la tabla 8, se exhiben los resultados obtenidos sobre las características del punto L3-P3, donde el tiempo de uso de la Letrina L3 es de 5 años, esto supera a las 2 normas técnicas CEPIS/OPS y IS 010 donde el tiempo de uso es de 4 y 3

años, sobre la distancia entre L3-P3 es de 9 metros dando una visión desfavorable con lo dispuesto en las 3 normas técnicas establecidas donde las distancias límites son de 20 y 15 metros, la profundidad del hoyo en L3 es de 1.60 metros donde según la cartilla técnica del MINSA no cumple con lo establecido que es de 1.80 metros como mínimo

En L3 consta de 3 componentes (hoyo, losa y caseta de calamina) que según lo estipulado en la CEPIS/OPS y IS 010 no cumple con todos los componentes mínimos, entonces en el punto L3-P3 no se cumple ninguna de las características estipuladas en las normas técnicas mencionadas con anterioridad.

#### d) Puntos L4-P4

**Figura 20**

*Fachada exterior de letrina L4*



Tabla 9

Condición actual de las características del punto L4-P4

CARACTERISTICAS	CEPIS	IS 010	MINSA	L4-P4
Tiempo de uso de las letrinas	4 años	3 años		5
Distancia de las letrinas y los pozos de agua	20	15	15	7
Profundidad de hoyo	-	-	1.80	1.50
	Hoyo o cámara	Hoyo	-	Hoyo
	Brocal	-	-	X
	Losa	Losa	-	Losa (madera)
Componentes de una letrina	Terraplén	-	-	X
	Aparato sanitario	Asiento con tapa	-	X
	-Tipo turco			
	-Tipo taza			
	caseta	caseta	-	Caseta

En la tabla 9, se evidencia el tiempo de uso de la letrina L4 es de 5 años además la distancia de la letrina L4 y pozo de agua P4 es de 7 metros, la profundidad del hoyo es de 1.50 metros, además cuenta con un hoyo, losa de madera improvisada y caseta de abobe como parte de sus componentes de la

letrina L4. Según lo estipulado en el CEPIS/OPS y IS 010 el tiempo de uso supero los 4 y 3 años, la distancia mínima es de 15 según el MINSa y IS 010 , 20 metros en el CEPIS/OPS donde entre L4 y P4 es tan solo de 7 metros, la profundidad de hoyo es de 1.50 también no cumple con lo estipulado en la Cartilla Técnica del MINSa que es de 1.80 metros, los componentes que presenta la letrina L4 consta de un hoyo, losa de madera aparentemente resistente por el grosor y una caseta de material de adobe, sin embargo las características presentadas el punto L4-P4 comparadas con lo establecido en las normas técnicas , presentan una características precarias.

### e) Puntos L5-P5

**Figura 21**

*Fachada exterior de letrina L5*



Tabla 10

Condición actual de las características del punto L5-P5

CARACTERISTICAS	CEPIS	IS 010	MINSA	L5-P5
Tiempo de uso de las letrinas	4 años	3 años		4
Distancia de las letrinas y los pozos de agua	20	15	15	25
Profundidad de hoyo	-	-	1.80	1.60
Componentes de una letrina	Hoyo o cámara	Hoyo	-	Hoyo
	Brocal	-	-	X
	Losa	Losa	-	losa
	Terraplén	-	-	X
	Aparato sanitario	Asiento con tapa	-	X
	-Tipo turco			
	-Tipo taza			
	caseta	caseta	-	Caseta

En la tabla 10, se exhiben los resultados del tiempo de uso de la letrina L5 es de 4 años, en cuanto a la distancia de la letrina L5 al pozo de agua P5 es de 25 metros, la profundidad del hoyo en L5 es de 1.60 metros, Los datos recopilados fueron comparados con 03 diferentes normas técnicas, donde el tiempo de uso de L5 solo cumple en lo estipulado en el CEPIS/OPS y según el IS 010 no cumple ya que el tiempo de vida de una letrina es de 3 años, con referente a la distancia de L5 y P5 cumple con lo estipulado en el CEPIS/OPS, IS 010 y Cartilla técnica – MINSA, donde las distancias mínimas de una letrina a un pozo de agua son de 15 - 20 metros.

Entonces conociendo las características en evaluación de la letrina en L5 decimos que no se encuentra según las especificaciones técnicas mencionadas.

## f) Puntos L6-P6

### Figura 22

*Fachada exterior de letrina L6*



**Tabla 11***Condición actual de las características del punto L6-P6*

CARACTERISTICAS	CEPIS	IS 010	MINSA	L6-P6
Tiempo de uso de las letrinas	4 años	3 años		3.6
Distancia de las letrinas y los pozos de agua	20	15	15	12
Profundidad de hoyo	-	-	1.80	1.50
Componentes de una letrina	Hoyo o cámara	Hoyo	-	hoyo
	Brocal	-	-	X
	Losa	Losa	-	X
	Terraplén	-	-	X
	Aparato sanitario	Asiento con tapa	-	X
	-Tipo turco			
	-Tipo taza			
	caseta	caseta	-	caseta

En la tabla 11, figuran los datos obtenidos en el punto L6-P6 donde el tiempo de uso de L6 es de 3.6 años , este resultado comparado con el CEPIS/OPS está a 6 meses de cumplir con los 4 años de vida útil de una letrina y en comparación



con el IS 010 supero el tiempo de uso de una letrina de 3 años, la distancia entre L6 y P6 es de 12 metros , este datos no cumple con ninguna de las normar técnicas (CEPIS/OPS, IS 010 y Cartilla Tecnica del MINSA),en cuanto a la profundidad del hoyo de L6 es de 1.50 tampoco cumple con lo estipulado en la Cartilla Técnica del MINSA que tiene un valor de mínimo de 1.80 metros.

La letrina en L6 solo cuenta con 03 componentes como el hoyo, losa y caseta de calamina a comparación con los componentes establecidos en CEPIS/ OPS y IS 010 que son hoyo, brocal, losa, terraplén, aparato sanitario (tipo turco o tipo tasa) y caseta entonces en la letrina L6 no cumple con los requisitos que están estipulados en las especificaciones técnicas mencionadas en las 3 normas técnicas.



## 4.2. Discusiones

**Primera:** Para el objetivo específico 1 se contempló determinar las concentraciones de los parámetros físico-químicos del agua subterránea destinado para consumo poblacional según el DS.031-2010-SA donde mencionado decreto supremo tiene "la intención de garantizar la salud y el bienestar públicos, evitar factores de riesgo antihigiénicos y garantizar su seguridad". Los resultados con respecto a los parámetros físicos y químicos de la investigación presenta que P-2 es el único punto donde las concentraciones de conductividades eléctrica y dureza total son superados con respecto a los LMP pero los 9 parámetros restantes no superan los LMP, en cambio en P-1, P-3, P-4, P-5 y P-6 no superan los valores límites.

Coinciden los resultados de la presente investigación con lo hallado Echevarria ( 2022), quien encontró de las 58 muestras, el 55.5% de conductividad eléctrica y el 63.0% de dureza total superan los LMP. Los estudios precedentes y la coincidencia con la presente investigación evidencian que la formación litológica del suelo influye en la presencia de dureza total en el agua además que la CE es un buen indicador indirecto en la concentración de dureza total por lo que se recomienda hacerlo insitu

**Segunda:** Para el objetivo específico 2 denominado determinar el contenido de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo poblacional según el DS.031-2010-SA donde aparte de definir los LMP , define los criterios microbiológicos como los microorganismos encontrados en el agua potable que son nocivos para el ser humano o que son indicativos de contaminación.", que causan problemas gastrointestinales.



En los resultados logrados en el presente estudio se plasma en P-1 , P-2 y P-5 se tienen las concentraciones más bajas y los puntos P-3, P-4 y P-6 tienen las concentraciones más altas. Pero en resultados generales ninguno cumple con lo estipulado en los LMP del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo poblacional-DIGESA, los resultados coinciden con los hallados en Echevarria (2020) donde el 100 % de muestras presenta coliformes totales.

**Tercera:** En base al objetivo específico 3 se consideró estimar las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea para proporcionar un nivel de saneamiento adecuado en la Urbanización Tepro Escuri. Estas características fueron comparadas con normas técnicas, en los resultados logrados se observó que la distancia entre P-5 Y L-5 (25 metros) es la única que cumple lo establecido a comparación de P-1 - L-1 y P-2 – L-2 y P-6- L-6 (12, 10.5 y 12 metros) que tienen longitudes menores a 15 metros y para P-3 – L-3 y P-4 - L-4 (9 y 7 metros) se cuenta con valores mucho menores.

De acuerdo a los resultados coinciden con los resultados obtenidos por Inofuente Ccarita (2021), quien encontró que la distancia 8.20 m y 14 metros tienen una incidencia significativa de las letrinas en la calidad de agua a nivel microbiológico. Los antecedentes y la coincidencia con la presente investigación evidencian que la distancia de letrinas influyen como un factor de contaminación microbiológica en la calidad de agua subterránea posible infiltración al sub suelo de agentes microbiológicos contaminantes hasta llegar a los acuíferos.

### 4.3 Contraste de Hipotesis

#### a). Prueba de normalidad

- ✓ Nivel de significancia = 5 %
- ✓ Prueba de normalidad: Shapiro- Wilk
- ✓ Estimador:

P- Valor (0.05)  $\Rightarrow \alpha$ , = Los datos provienen de una distribución normal

P- Valor (0.05)  $< \alpha$ , = Los datos no provienen de una distribución normal

En la tabla 12, se exhibe el análisis de Shapiro – Wilk para estimar la normalidad de los datos de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua subterránea para consumo humano de la Urbanización Tepro Escuri; indicando que se ha obtenido un P- Valor superior al valor alfa, para el contenido de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, lo cual es indicativo que los datos presentan una distribución normal.

**Tabla 12**

*Prueba de Normalidad*

	SHAPIRO-WILK		
	ESTADÍSTIC O	GL	SIG.
Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	,497	66	,032

*Nota, Software SPSS*



## b). Prueba de hipótesis para el objetivo específicos 1 y 2

- Determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano según el DS.031-2010-SA.
- Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano según el DS.031-2010-SA.

Se aplico el modelo estadístico ANOVA (Análisis de Varianza) empleando el programa SPSS que es una herramienta estadística a través de la cual se realizan las construcciones de las tablas.

Planteándose los siguientes criterios:

### b.1). Formulación de la hipótesis

- **Ha** = La calidad fisicoquímica y microbiológica de los pozos de agua superan con lo establecido en el DS N° 031-2010-SA.
- **Ho** = La calidad fisicoquímica y microbiológica de los pozos de agua no superan con lo establecido en el DS N° 031-2010-SA.

En la tabla 13, se aprecia el análisis de varianza del presente estudio; manifestando que el P- valor, es menor que el alfa (0.05); manifestando que existe diferencia significativa entre la calidad fisicoquímica y microbiológica de los pozos de agua con respecto al DS N° 031-2010-SA. (LMP); por ende, se acepta la hipótesis Alterna: La calidad fisicoquímica y microbiológica de los pozos de agua superan con lo establecido en el DS N° 031-2010-SA.

Tabla 13

Análisis de Varianza

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable – calidad fisicoquímica y microbiológica					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	32,971 <sup>a</sup>	2	16,486	,004	,996
Calidad del agua	1172267,833	2	1172267,833	257,639	,000
Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	32,971	1	16,486	,004	,006
Error	614256,196	13	4550,046		
Total	1786557,000	16			
Total, corregido	614289,167	16			

Nota, Software SPSS

**c). Prueba de hipótesis para el objetivo general**

- Evaluar la influencia de letrinas en la calidad de agua subterránea para consumo humano en la urbanización de Trepo Escuri,

**c.1). Formulación de la hipótesis**

Ha= Las letrinas si influyen en la calidad del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Trepo Escuri.

Ho=Las letrinas no influyen en la calidad del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Trepo Escuri.

**c.2). Criterio para decidir**

- Nivel de significancia = 5 %
- Prueba Estadística = Correlación Rho Spearman
- Estimador:

Si el p-valor  $\leq 0.05$ , rechace  $H_0$  (se acepta  $H_a$ )

Si el p-valor  $> 0.05$ , acepta  $H_0$  (se rechaza  $H_a$ )

Según los resultados mostrados en la tabla 14, existe una incidencia estadísticamente significativa entre las letrinas y la Calidad del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Tepro Escuri; esto se sustenta en la prueba de correlación Rho Spearman, que arrojó un valor (sig.) de 0,00 que es menor a 0,05; por tal razón se acepta la hipótesis alterna donde las letrinas inciden en la calidad del agua subterránea para consumo poblacional en la Urbanización Tepro Escuri.

**Tabla 14***Correlación Rho Spearman*

CORRELACION			
		letrinas	Calidad del agua subterránea
Letrinas	Correlación Rho Spearman	1	,756**
	Sig (Bilateral)		,000
	N	66	66
Calidad del agua subterránea	Correlación Rho Spearman	,756**	1
	Sig (Bilateral)	,000	
	N	66	66

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota, Software SPSS



## CONCLUSIONES

**Primera:** Con referencia al objetivo específico 1 sobre las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua se concluye que los valores del Ph varían de 7.54 a 7.76 en todos los puntos de muestras, en cuanto a la conductividad eléctrica las concentraciones varían de 934  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 1335  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en los puntos P1,P3,P4,P5 a excepción del P2 1716  $\mu\text{S}/\text{cm}$  que supera la concentración LMP de 1500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  esto debido al tipo de suelo que presenta en el punto P2 además la dureza total en el mismo punto es de 572 mg  $\text{CaCO}_3$  L-1 es la única que supera lo establecido en DS.031-2010-SA a comparación con los 6 puntos de muestreos esto confirma la relación directa con la Conductividad Eléctrica, Con respecto a la turbidez del agua el valor límite es de 5 NTU, en todas las zonas de muestreo ninguno es superado y los valores oscilan de 0.45 NTU a 1.24 NTU, para los STD los valores varían de 423 a 797 mg/l que comparándolos con los límites establecidos no superan las concentraciones en ninguno de los casos, en cuanto a los sulfatos, nitratos y cloruros presentan valores que varían de 40 mg/L -50 mg/L, 1.0 mg/L -5.0 mg/L y 66.40 mg/L -203.23 mg/L estos en contrastes con los LMP que son 250 mg/L, 50 mg/L, 250 mg/L, están dentro los límites, Entonces los parámetros fisicoquímicos en los puntos P1,P3,P4,P5,P6 están dentro de lo establecido en DS.031-2010-SA con excepción del punto P2 que superan los LMP los parámetros de CE y DT.

**segunda:** Con referencia al objetivo específico 2 sobre las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea, el primero de ellos hablamos de los coliformes Totales en los puntos P1, P2 y P5 presentaron concentraciones de 210 NMP/100 ml, 90 NMP/100 ml y 30 NMP/100 ml, los cuales son concentraciones menores a comparación de los puntos P3, P4 y



P6 tienen valores de 2400 NMP/100 ml que son altísimos, en cuanto a los coliformes Termotolerantes los valores en los puntos P1=43 NMP/100 ml, P2=30 NMP/100 ml, P4= 90 NMP/100 ml y P5=30 NMP/100 ml son menores con relación a los valores encontrados en P3 y P6 tienen valores de 1100NMP/100 ml, 930 NMP/100 ml que son elevados, pero en forma general en todos los puntos de muestreo P1,P2,P3,P4,P5 y P6 las concentraciones de Coliformes Totales y Termotolerantes no están dentro de los LMP exigidos en el en DS.031-2010-SA.

**Tercera:** Con referencia al objetivo específico 3 sobre las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea en la Urbanización Tepro Escuri, donde la letrina L1 no cumple con ninguna de las características como tiempo de uso, distancia mínima entre letrina y pozo de agua , profundidad de hoyo y componentes de una letrina, en L2, solo cumplió el tiempo de vida estipulado en el CEPIS/OPS que es de 4 años el tiempo de vida útil, en cuanto a las demás características no se cumple en L2, con referente a la letrina L3 igual que en L1 no cumple con las especificaciones técnicas además de ser en este punto L3-P3 una de las distancias más cortas de 9 metros , en L4 las características que presenta no están acorde a los estipulado y hacer énfasis en la distancia de L4 y P4 que es igual a 7 metros siendo el más cercano de los 06 puntos de letrina a pozo de agua, en L5, la distancia es de 25 metros característica que cumple con lo estipulado en CEPIS/OPS y IS 010 y Cartilla técnica – MINSA donde los valores son de 20, 15 y 15 METROS mínimos, en cuanto a las demás características tal como en L1,L2 ,L3 y L4 no cumple con las demás características de evaluación y finalmente en L6 no cumple con las características como tiempo de uso de una letrina, distancia mínima entre letrina y pozo de agua, profundidad mínima



del hoyo de una letrina y mucho menos cumple con todos los componentes establecidos en la normas técnicas presentadas, en conclusión las letrinas de la urbanización de tepro escuri no proporcionan un nivel de saneamiento adecuado.



## RECOMENDACIONES

**Primera:** Se recomienda a otros autores incorporar dentro del análisis químico el parámetro de Cloro Residual ya que algunas personas indicaron que una forma de desinfección rápida, fácil y económica optan por echar una cierta cantidad de cloro "lejía" directamente al pozo de agua podría de alterar de manera perjudicial a la biota de las aguas subterránea.

**Segunda:** Se encomienda a las autoridades del sector publico expandan el servicio de saneamiento hasta llegar a la Urbanización Tepro Escuri del Distrito de San Miguel ya que el agua que consumen es no adecuada para consumo humano y pone en riesgo la salud pública.

**Tercera:** Se recomienda a la autoridad competente dar todas las pautas necesarias a la población para el diseño de letrinas para lograr un nivel de saneamiento adecuado para los usuarios.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- ANIQ. Análisis De Agua - Determinación De Cloruros Totales En Aguas Naturales, Residuales Y Residuales Tratadas - Método De Prueba (Cancela A La Nmx-Aa-073-1981) : <https://aniq.org.mx/pqta/pdf/NMX-AA-quimicosgpo2.pdf>
- Arevalo Cerron, C. P., & Condezo Panduro, J. C. (2016). *Repositorio Institucional La investigacion a tu servicio* . Obtenido de Evaluación de la calidad del agua subterránea en el AA.HH Antonio Maya de Brito, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali – 2015: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3234>
- Arispe Albueque, C. M., Yangali Vicente, J. S., Guerrero Bejarano, M. A., Rivera Lozada de Bonilla, O., Acuña Gamboa, L. A., & Arellano Sacramento, C. (11 de Diciembre de 2022). *Instituto de Investigaciones Juridicas Rambell*. Obtenido de [http://institutorambell.blogspot.com/2022/12/la-investigacion-cientifica-una\\_11.html](http://institutorambell.blogspot.com/2022/12/la-investigacion-cientifica-una_11.html)
- Baeza Gomez, E. (31 de 01 de 2017). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de Calidad de agua: [https://www.bcn.cl/asesoriasparlamentarias/detalle\\_documento.html?id=70193](https://www.bcn.cl/asesoriasparlamentarias/detalle_documento.html?id=70193)
- Bauer, J. L. (s.f.). *Studocu*. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-ingenieria/tecnologia-del-concreto/5-5-capitulo-5pdf/12794873>
- Bolaños-Alfaro, J. D., John Diego, G., & Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos ocasionada por el hombre, en dos . *Tegnologia En Marcha*, 15-27.



*California State Resources Control Board.* (s.f.). Obtenido de Folleto Informativo 3.1.3.0

Conductividad Eléctrica/Salinidad :

[https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3130sp.pdf)

*California State Water Resources Control Board (.gov).* (s.f.). Obtenido de

[https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf)

Candela Lledo, L. (2002). *IGME. Instituto Geológico y Minero de España.* Obtenido de

CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS: TIPO DOMÉSTICO E INDUSTRIAL: [https://aguas.igme.es/igme/publica/lib108/pdf/lib108/in\\_n7.pdf](https://aguas.igme.es/igme/publica/lib108/pdf/lib108/in_n7.pdf)

Capote L., T. J., Matute P., S. B., & Rojas V., J. R. (2015). Determinación de la dureza total en agua con EDTA empleando una solución amortiguadora inodora de borato. *Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel"*, 1-2.

Carbajal Azcona, A., & Gonzales Fernandez, M. (2012). Agua para la salud, pasado, presente y futuro. En M. P. Vaquero, & L. Toxqui, *Agua para la salud, pasado, presente y futuro* (págs. 33-45). España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas .

Castillo Herrera, S. E. (2021). *CYBERTESIS repositorio de tesis digitales.* Obtenido de

Determinación de metales pesados en el agua subterránea para uso en actividades productivas, en la zona baja de la provincia, El Or: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16202>

Castillo Vereau, D. E., Tuesta Collantes, L., & Salazar Saldaña, S. E. (2022). Evaluación

de la calidad del agua subterránea durante la pandemia por covid-19 en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. *TELOS: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 219-234.



Ceron, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S., & Soto-Paz, J. (2021). *Scielo Chile*. Obtenido de Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642021000100047&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642021000100047&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

Chibinda, C., Arada-Perez, M. d., & Perez-Poma, N. (2017). Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo La Calera. *Revista Cubana de Quimica*, 303-321.

Collazo Caraballo, M. P., & Montaña Xavier, J. (2012). *Departamento General de Irrigacion*. Obtenido de Manual de Agua Subterránea: [https://aquabook.agua.gob.ar/files/upload/contenidos/10\\_2/Manual-de-agua-subterránea-Uruguay.pdf](https://aquabook.agua.gob.ar/files/upload/contenidos/10_2/Manual-de-agua-subterránea-Uruguay.pdf)

De La Mora-Orozco, C., Saucedo-Terán, R. A., González-Acuña, I. J., Gómez-Rosales, S., & Flores-López, H. E. (2020). Efecto de la temperatura del agua sobre la constante de velocidad de reacción de los contaminantes en un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales porcícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1-17.

De Miguel-Fernandez, C., & Vazquez-Taset, Y. M. (2006). Origen De Los Nitratos (No3) Y Nitritos (No2) Y Su Influencia En La Potabilidad De Las Aguas Subterráneas. *Mineria & Geologia*, 1-9.

Delgado Gomez, Y., Miravet Regalado, M. E., & Nuñez Graell, R. (2008). Indicadores microbiológicos de calidad del agua en la costa oeste de Ciudad de la Habana. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 387-391.

Diaz, S., & Gonzalez, J. (2022). La importancia de la temperatura del agua en las redes de abastecimiento. *Ingeniería del agua*, 107-123.



- DIGESA. (2010). *Digesa*. Obtenido de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/material\\_educativo/coordinadores/letrinas\\_sanitarias.asp](http://www.digesa.minsa.gob.pe/material_educativo/coordinadores/letrinas_sanitarias.asp)
- DIGESA. (2015). *Digesa*. Obtenido de rd\_160\_2015\_digesa.pdf - Ministerio de Salud: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd\\_160\\_2015\\_digesa.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/normaslegales/normas/rd_160_2015_digesa.pdf)
- Dirección General de Salud Ambiental Digesa. (2010). *BVS Minsa*. Obtenido de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>:  
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>
- Echevarria, K. V. (30 de 09 de 2020). *Repositorio Digital de Acceso Abierto / unlpam*. Obtenido de <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/2161>
- Eduardo Lazcano*. (04 de 2020). Obtenido de Lascano de Rojas, Edardo: <https://www.eduardolazcano.com/wp-content/uploads/2020/04/Teoria-de-la-Influencia-2004010515.pdf>
- Esteban Nieto, N. T. (2018). *alicia@concytec*. Obtenido de Tipos de Investigacion: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIS\\_5b55a9811d9ab27b8e45c193546b0187/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNIS_5b55a9811d9ab27b8e45c193546b0187/Details)
- Garcia de la Fuente, C. (2013). Parámetros fisicoquímicos del agua. *PV ALBEITAR*, 1-4.
- Garcia, S. L., Arguello, A., & Parra, R. (2019). Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresion lineal. *NNOVA Research Journal*, 59-71.
- García-Vargas, A., Reyes-Navarrete, M. G., Alvarado-de la Alvarado-de la Peña, A. I., González-Valdez, L. S., Magdalena-Antuna, D., Vázquez-Alarcón, E. d., . . .



- Herrera- Benavides, A. (15 de Enero de 2012). *Repositorio Digital IPN*. Obtenido de Cloruros Totales En El Agua De Abastecimiento: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/8825>
- Garmendia Cedillo, X. (2013). *TFJA*. Obtenido de AGUAS SUBTERRANEAS, Acuíferos, El agua que no vemos y todos usamos: <https://www.tfja.gob.mx/investigaciones/historico/pdf/aguassubterraneeas.pdf>
- Giraldo Gomes, G. I. (2015). *Repositorio Universidad Nacional*. Obtenido de Manual de Analisis de Agua: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/55218/manualdeanalisisdeaguas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Greenpeace España*. (Abril de 2021). Obtenido de ¿Qué son los nitratos y cómo afectan al medio ambiente y la salud humana? Proyecto "Sin agua no hay pueblos. El agua limpia es un derecho.": [https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2021/04/Nitratos\\_Qu%C3%A9Son.pdf](https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2021/04/Nitratos_Qu%C3%A9Son.pdf)
- Gutiérrez-Araujo, M. K., Wilson-Krugg, J. H., & Vásquez-Valles, M. N. (2023). Calidad Bacteriologica de las aguas subterraneeas de consumo humano en el centro poblado de Viru, Distrito de Viru , Peru,2018. *REBIOL*, 104-110.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. Mexico: Marcela I. Rocha Martínez.
- INDECI; COEN . (2 de mayo de 2021). *Plataforma del Estado Peruano*. Obtenido de <https://portal.indeci.gob.pe/emergencias/reporte-de-peligro-inminente-n-106-02-05-2021-coen-indeci-2255-horas-reporte-n-34-ante-contaminacion-de-agua-en-el-departamento-de-puno/>



Inofuente Ccarita, W. R. (2021). *Repositorio UNAJ*. Obtenido de "Influencia De Las Letrinas En La Calidad Microbiológica Del Agua Subterránea En La Urbanización San Isidro Ccaccachi Juliaca- 2019": <http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/130/INFORME%20DE%20TESIS%20-INOFUENTE%20CCARITA%20WILMER%20RAMIRO%20-%20pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Larrea-Murrell, J. A., Rojas-Badía, M. M., Romeu-Álvarez, B., Rojas-Hernández, N. M., & Heydrich-Pérez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *CENIC. Ciencias Biológicas*, 24-34.

López Velandia, C. C. (2023). Evaluación de la calidad del agua subterránea utilizando métodos de índice y análisis estadístico multivariado cuenca del río Pavas (Colombia). *South Sustainability*, 1-12.

Lopez, P. L. (2004). Población Muestra Y Muestreo. *Punto Cero*, 09(08), 69-74.

Lopez-Geta, J. A., Fornes Azcoiti, J. M., Ramos Gonzales, G., & Villarroya Gil, F. (2009). *Las Aguas Subterранеas un recurso natural del suelo*. Madrid: II. López-Geta, J.A., aut. III. Fornés Azcoiti, J.M., aut. IV. Ramos González, G., aut. V. Villarroya Gil, F., aut.

*Lovibond*. (s.f.). Obtenido de [https://www.lovibond.com/zh/file-download/f146540\\_zh](https://www.lovibond.com/zh/file-download/f146540_zh)

Marco, L., Azario, R., Metzler, C., & Garcia, M. d. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Higiene y Sanidad Ambiental*, 72-82.



- Marin Galvin, R. (01 de Enero de 2010). *Savia El conocimiento en abierto de EOI*.  
Obtenido de Características Físicas, Químicas Y Biológicas De Las AGUAS:  
<https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/componente48099.pdf>
- Marín-Velásquez, T. D., & Arriojas-Tocuyo, D. D. (2020). Remoción de turbidez de agua mediante filtración utilizando cáscara de coco (Cocos nucífera) a nivel de laboratorio. *ION*, 99-110.
- Méndez Novelo, R. I., Pacheco Ávila, J. G., Castillo Borges, E. R., Cabrera Sansores, A., Vázquez Borges, E. d., & Cabañas Vargas, D. D. (2015). Calidad microbiológica de pozos de abastecimiento de agua potable en Yucatán, México. *Ingeniería*, 51-61.
- Meza Romualdo, F. R., & BustinzaCabala, J. L. (2021). *Revista Científica Investigación Andina*. Obtenido de Permeabilidad del Suelo y su Influencia en Concentraciones de Bacterias Coliformes en Aguas de Pozos Artesanales, Distrito San Miguel, 2020: <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/RCIA/article/view/925/784>
- Ministerio del Ambiente-MINAM. (7 de junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposición Complementarias DS. N° 004-2017-MINAM. *El Peruano*, págs. 10-19.
- Monte Perez, I. (2016). *Subsecretaria de Educacion Media Superior*. Obtenido de <https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/12235/5/images/agua-ph-ciencias.pdf>
- Mora-Alvarado, D. A., Portuguez-Barquero, C. F., Alfaro-Herrera, N., & Hernández-Mirault, M. (2015). Diferencias de dureza del agua y las tasas de longevidad en a península de nicoya y los otros distritos de Guanacaste. *Tecnología en Marcha*, 3-14.



- Moradell, I., & Renau Pruñonosa, A. (2019). Contaminación de aguas subterráneas. Algunos ejemplos. *Dialnet*, 3-17.
- Morales Goicochea, W. (29 de 03 de 2022). *Repositorio Institucional -Universidad Nacional de Cajamarca*. Obtenido de Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata Centro Poblado Pariamarca - Cajamarca - 2020: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4885>
- Muntane Relat, J. (mayo-junio de 2010). *Sociedad Andaluza de Patología Digestiva*. Obtenido de <https://www.sapd.es/revista/2010/33/3/03/pdf>
- Naciones Unidas. (2019). Obtenido de <https://www.un.org/es/desa/world-toilet-day2019#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20es%20un%20peligro%20para,de%20bacterias%20y%20mil%20par%C3%A1sitos>.
- Navarro Roa, M. O. (2007). *IDEAM*. Obtenido de O: Determinación de Coliformes totales y E. Coli de aguas mediante la técnica de sustrato definido, colilert por el método de Numero Más Probable. : <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+agua+NMP+M%C3%A1s+Probable+Colilert.pdf/463a6c8d-122c-4f75-8572-81bd64baa2d2>
- OMS. (13 de setiembre de 2023). *ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Ordonez Galvez, J. J. (2011). *Global Water Partnership*. Obtenido de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/aguas\\_subterranas.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterranas.pdf)



- Oregon Water Resources Department. (2016). *Oregon.gov*. Obtenido de Pozos de agua Manual para el propietario:  
<https://www.oregon.gov/oha/PH/HEALTHYENVIRONMENTS/DRINKINGWATER/SOURCEWATER/DOMESTICWELLSAFETY/Documents/Spanish%20Handbook.pdf>
- Perez Rios, D. L., & Manturano Perez, R. D. (2017). *Repositorio Institucional UNU*. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4160>
- Perez-Lopez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica . *Tecnología En Marcha*, 3-13.
- REDIRIS*. (s.f.). Obtenido de [http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo\\_20.pdf](http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_20.pdf)
- Reyes Gil, R. E., Galván Rico, L. E., & Aguiar Serra, M. (2005). *Scielo.org*. Obtenido de El precio de la contaminación como herramienta económica e instrumento de política ambiental:  
[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442005000700010#:~:text=El%20ec%C3%B3logo%20Odum%20\(1986\)%20defini%C3%B3,su%20acervo%20cultural%2C%20adem%C3%A1s%20de](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000700010#:~:text=El%20ec%C3%B3logo%20Odum%20(1986)%20defini%C3%B3,su%20acervo%20cultural%2C%20adem%C3%A1s%20de)
- Rodriguez Aguilera, I., Peres Silva, R. M., & Marañon Reyes, A. (2010). Determinación De Sulfato Por El Método Turbidimétrico En Aguas Y Aguas Residuales. Validación Del Método. *Revista Cubana de Química*, 39-44.
- Rodriguez Zamora, J. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, (ASADAS), de cada distrito de Grecia, cantón de Alajuela, noviembre. *Revista Pensamiento Actual Universidad Costa Rica*, 12-13.



- Ruz Vargas, C., Lucia, S., & Rangel Medina, M. (2019). Estado actual del Monitoreo de agua subterránea en América Latina e Introducción al programa GGMN. *Aqua-LAC*, 12(1), 118-126. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/>
- Sahuquillo Herraiz, A. (2009). La importancia de las aguas subterráneas. *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp)*, 97-114.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. Núm. 736.
- Sanchez, J. A., Álvarez, T., Pacheco, J. G., Carrillo, L., & Amílcar González, R. (2016). Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México Tecnología y Ciencias del Agua. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 75-95.
- Sauquillo, A. (1994). *iwaponline.com*. Obtenido de La Contaminación De Las Aguas Subterráneas. Situación En España: [https://watermark.silverchair.com/ia19942642.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW\\_Ercy7Dm3ZL\\_9Cf3qfKAc485ysgAAAv0wggL5BgkqhkiG9w0BBwaggLqMIIC5gIBADCCA8GCSqGSIb3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQM5Yg0Ba8QILBALIIXAgEQgIIcsCLpJFYc5C6qJ4IZ796dOUPxtEv73tC0mwXebwBt7OQf](https://watermark.silverchair.com/ia19942642.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAv0wggL5BgkqhkiG9w0BBwaggLqMIIC5gIBADCCA8GCSqGSIb3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQM5Yg0Ba8QILBALIIXAgEQgIIcsCLpJFYc5C6qJ4IZ796dOUPxtEv73tC0mwXebwBt7OQf)
- Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, L. A., & Mora-Alvarado, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Tecnología En Marcha*, 35-46.
- Tacuri Robles, R. (2019). *Repositorio Institucional UNSA*. Obtenido de Determinación de la calidad de agua de pozos artesianos y sus aspectos ambientales asociados, Juliaca, Puno, 2018: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/9b950867-519d-428a-a8e5-b5df8a77b6df>



UNICEF Y OMS. (2020). *Estado mundial del saneamiento, un llamamiento urgente a transformar el saneamiento para mejorar la salud, los entornos, las economías y las sociedades*. Nueva York, NY, 10017, EE. UU.

Valderrama Esperanza, R., Ramires Flores, E., Ayala Ptatiño, R., Duran Diaz, A., Sainz Morales, M. d., Martinez Perez, M. E., . . . Martinez Gonzalez, M. E. (2010). Calidad de agua de tres pozos de la zona centro del acuífero Cautla-Yautepec, Morelos, Mexico. *BIOCYT (ciencia y tecnología)*, 159-175.

Vargas Meneses, C. (enero de 2010). *Universidad de Costa Rica*. Obtenido de Analisis de bacterias comunes en plantas de tratamientos de diferentes efluentes que son indicadores de alta eficiencia en remoción de contaminantes: <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/3225/1/31602.pdf>

Vasquez Martinez, M. G. (Febrero de 2017). *Getiopolis*. Obtenido de Muestreo Probabilístico Y No Probabilístico: <https://www-gestiopolis-com.webpkgcache.com/doc/-/s/www.gestiopolis.com/wp-content/uploads/2017/02/muestreo-probabilistico-no-probabilistico-guadalupe.pdf>

Villena Chavez, J. A. (2018). Calidad de agua y el desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304-308. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

Zarza, L. F. (s.f.). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-letrina>



# ANEXOS

## Anexo 1, Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	DISEÑO METODOLOGICO
¿Cuál será la influencia de letrinas en la calidad de agua subterránea para consumo humano en la urbanización de Trepo Escuri, 2023?	Evaluar la influencia de letrinas en la calidad de agua subterránea para consumo humano en la urbanización de Trepo Escuri,	Las letrinas influyen en la calidad del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Trepo Escuri, 2023.	<b>Variable independiente</b> (VI)  Influencia de letrinas	Turbidez  Conductividad eléctrica  Solidos totales disueltos  Ph  Sulfatos  Nitratos  Cloruro  Dureza total  Coliformes totales  Coliformes termotolerantes	<b>Tipo de investigación</b> Descriptiva  <b>Diseño de investigación</b> No experimental  Técnica Observación directa  <b>Instrumentos</b>  Ensayo de laboratorio de agua  DS.031-2010.-SA.  CEPIS/OPS  IS 010
¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano según DS?031-2010-SA?  ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano según DS?031-2010-SA?  ¿Cuál son las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea para proporcionar un nivel de saneamiento adecuado en la Urbanización Trepo Escuri?	Determinar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano según el DS.031-2010-SA  Determinar las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano según el DS.031-2010-SA  Determinar las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea para proporcionar un nivel de saneamiento adecuado en la Urbanización Trepo Escuri	Las concentraciones los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea destinado para consumo humano superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS.031-2010-SA  Las concentraciones de los parámetros microbiológicos del agua subterránea destinado para consumo humano superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el DS.031-2010-SA.  Las características de las letrinas y la distancia que existe entre los pozos de agua subterránea proporcionan un nivel de saneamiento inadecuado en la Urbanización Trepo Escuri	<b>Variable dependiente</b> (VD)  Calidad de agua subterránea	Tiempo de uso de la letrina  Distancia de letrina a pozo  Profundidad de hoyo  Componentes de una letrina	



Anexo 2, Resultado de análisis de agua en 06 pozos de agua subterránea en la urbanización tepro Escuri



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

**RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS**

**INFORME N° LCA131**

**I. DATOS DEL SERVICIO**

- 1.1. **Solicitante** : Bertha Alejandra Quispe Oscalla
- 1.2. **Proyecto** : INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESCURI, 2023.

**II. DATOS DEL ENSAYO**

- 2.1. **Producto** : Agua Natural - subterránea
- 2.2. **Numero de muestras** : 06
- 2.3. **Muestreado por** : Bertha Alejandra Quispe Oscalla
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 20 - 26/12/2023
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : San Miguel
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Ubicación	Fecha	Hora
P1	E: 378505 N: 8290236	19/12/2023	13:27
P2	E: 378590 N: 8290343	19/12/2023	13:58
P3	E: 378740 N: 8290489	19/12/2023	14:25
P4	E: 378714 N: 8290444	19/12/2023	14:52
P5	E: 378757 N: 8290391	19/12/2023	15:21
P6	E: 378756 N: 8290557	19/12/2023	15:33



N° B.E.: 00211156  
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

### RESULTADOS

Parámetro	Unidad	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Temperatura en laboratorio	°C	16.5	16.3	16.4	16.5	16.6	16.3
pH	-	7.61	7.73	7.67	7.64	7.59	7.54
Conductividad eléctrica	µS/cm	1335	1617	948	1125	1159	1192
Turbidez		0.45	0.90	1.24	0.71	0.75	0.79
Sólidos totales disueltos	mg/l	650	797	469	548	423	485
Sulfatos	mg/l	53	48	55	43	40	42
Nitratos	mg/l	3.3	5.0	1.4	1.4	1.2	1.0
Cloruros	mg/l	132.80	203.23	66.40	102.62	90.55	76.46
Dureza total		428.0	572.0	272.0	392.0	376.0	360.0
Coliformes totales	NMP/100ml	210	90	2400	2400	<30	2400
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	43	<30	1100	900	<30	930

### MÉTODO DE ENSAYO

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

Juliaca, 28 de diciembre del 2023

  
 UNIVERSIDAD ANDINA  
 "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
 CIP. 47790  
 JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

  
 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
 Ing. Aurea Kelly Quispe Quispe  
 ASISTENTE - LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N° B.E.: 00211156  
Página 2 de 2

**Anexo 3, Reglamento de Calidad de agua para consumo humano (DS N° 031-2010-SA)**

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

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

## ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS 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)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	$\text{mg L}^{-1}$	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-2} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	$\text{mg N L}^{-1}$	1,5
12. Hierro	$\text{mg Fe L}^{-1}$	0,3
13. Manganeso	$\text{mg Mn L}^{-1}$	0,4
14. Aluminio	$\text{mg Al L}^{-1}$	0,2
15. Cobre	$\text{mg Cu L}^{-1}$	2,0
16. Zinc	$\text{mg Zn L}^{-1}$	3,0
17. Sodio	$\text{mg Na L}^{-1}$	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

## Anexo 4, Técnicas para la Instalación de Letrinas Sanitarias- MINSA

PERU Ministerio de Salud Vicerrectorado de Investigación UANCV Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria


INICIO | TUPA | CODEX | COMPIAL | VUCE

### Técnicas para la Instalación de Letrinas Sanitarias

#### Cartilla para Coordinadores de albergues, Técnicos en Saneamiento y Promotores de Salud

##### ¿Qué es una Letrina Sanitaria?

Es un sistema apropiado e higiénico, donde se depositan los excrementos humanos que contribuye a evitar la contaminación del ambiente y a preservar la salud de la población.



##### ¿Cómo ubicar la letrina sanitaria?


Para determinar la ubicación correcta es necesario tener en cuenta lo siguiente:

1. Se localizará en terreno firme y libre de inundación.
2. La distancia mínima horizontal entre la letrina y cualquier fuente de abastecimiento de agua será de 15 mts.
3. La puerta de la letrina estará orientada en sentido contrario a la dirección del viento.

##### ¿Cómo debo construir mi letrina sanitaria de hoyo seco?

Primero limpie que mojar el terreno donde se cavará un hoyo. Luego se excava a la profundidad indicada de 1.80 m. mínimo y se revela la parte superior del terreno para apoyar la losa.

En caso de terrenos blandos se utilizará vigas de madera y troncos, para su reforzamiento.



#### En ALBERGUES Y CAMPAMENTOS

En los albergues y en aquellos campamentos en los que el sistema de alcantarillado, evacuación y disposición de excretas ha colapsado en su totalidad se emplearán las letrinas de trincheras las que serán de dos tipos:


- **Trincheras superficiales:** 0,90 – 1,50 m. de profundidad x 0,30 m de ancho x 3 – 3,5 m por cada 100 personas.
- **Trincheras profundas:** 1,8 – 2,4 m de profundidad x 0,75 – 0,90 m de ancho x 3 – 3,5 m por cada 100 personas, cubiertas con losas sanitarias.
- Las trincheras estarán ubicadas a una distancia mínima de 30 metros de las carpas o viviendas.

#### En viviendas habitadas con servicios de saneamiento afectados

Para la evacuación de excretas se construirán letrinas de hoyo seco con ventilación de dos pulgadas (2") de acuerdo a las siguientes especificaciones:

1. 15 metros de distancia respecto a la vivienda más próxima ó un máximo de 30 m de las viviendas afectadas.
2. Un asiento por cada diez personas.

Opcionalmente (Ejemplo: Establecimientos de Salud, albergues) se empleará letrinas portátiles de tipo químico, ubicadas en zonas no afectadas por la inundación.



[Descargar Archivo](#)



Anexo 5, Guías de diseño para letrinas de procesos secos



## Anexo 6, Panel fotográfico



**Descripción,** Kooler con todos los materiales necesarios para el muestreo de agua de pozo.



**Descripción,** Muestreo de agua en el punto P-1



### **Descripción, Letrina L-6**



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 18 NOVIEMBRE 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: BERTHA ALEJANDRA QUISPE OSCALLA

Dirección: JR. TUPAC KATARI N° 169

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71920438

Teléfono: 980949423 email: berthaalejandra832@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: DR. EFRAIN PARILO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LETRINAS EN LA CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA CONSUMO HUMANO EN LA URBANIZACIÓN TEPRO ESWRI, 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): CUALIDAD DE AGUA, POZO, LETRINA, AGUA SUBTERRANEA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2?</sup>  
1, 2

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

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



## 2. Referencia de tesis:

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

## 3. Licencias:

### a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

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

### b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



**Jurisdicción de su Licencia**

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22

  
Firma de Autor



huella digital

18 DE NOVIEMBRE 2024

Fecha