



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



**OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS
SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD
ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
JULIACA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2024



NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS
SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD**

ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

JULIACA 2024

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1322-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 012875 presentado por el (la) Bachiller: **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

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

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

RESUELVE:

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

- **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Lunes 28 de octubre del 2024
- **HORA** : 9:00 a.m.
- **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidráulica

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



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1036-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 010871 por el señor (a): **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 979- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 057- 2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. **Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 057- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Ruyilo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 672-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 19 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 7944, presentado el señor (a) **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 651-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 76 -2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 76 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
DIRECTOR
Dr. Eirán Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez Trabajo del estudiante	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	ECOPLANETA E.I.R.L.. "PAMA de la Planta INDUPALSA para la Producción y Comercialización de Aceite Crudo de Palma y de Palmiste-IGA0006814", R.D.G. N° 136-13-MINAGRI-DGAAA, 2020 Publicación	1%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	VICEVERSA CONSULTING S.A.. "Actualización de la MEIA Tambojasa-IGA0019651", R.D. N° 00064-2021-SENACE-PE/DEAR, 2022	<1%




Metadatos complementarios



Título de la Tesis	
OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	GRACE NAYEL Y VARGAS BERRIOS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73874081
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-0560-4436
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y Calidad Ambiental - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Coordenadas: Latitud: -15.5325309 Longitud: -70.1181412 URL Maps: https://maps.app.goo.gl/QuhRXnkvKpE9uPdYA</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 – Octubre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>


 UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraim Parillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS, identificado con DNI

Nro. 73874081 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

" OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
JULIACA 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/topla 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

La actual tesis está dedicada a Dios por bendecirme y por darme perseverancia, a mi madre Edith Mery porque con gran esfuerzo me dio la oportunidad de llegar hasta donde estoy, por sus consejos y paciencia para hacer de mí una mejor persona contar.

GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS



AGRADECIMIENTO

Siento gratitud a Dios por concederme una familia increíble, mis progenitores, mi hermano, mis tíos y mis abuelos por los consejos que me brindaron a lo largo de mi carrera.

Siento gratitud a la universidad por ofrecer la congruencia de ejecutar esta tesis, a mis docentes quienes con sus instrucciones componen la base de mi vida profesional.

GRACE NAYELY VARGAS BERRIOS



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	3
1.4.1. Justificación	3



1.5. Hipótesis de la investigación.....	4
1.5.1. Hipótesis general.....	4
1.5.2. Hipótesis específicas.....	4
1.6. Variables.....	5
1.6.1. Operacionalización de variables.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Calidad de agua.....	8
2.2.2. Agua subterránea.....	9
2.2.3. Contaminantes de aguas subterráneas.....	11
2.2.4. Osmosis inversa.....	12
2.3. Marco conceptual.....	14
2.3.1. Agua cruda.....	14
2.3.2. Agua tratada.....	14
2.3.3. Lmp.....	14
2.3.4. Monitoreo.....	14



2.3.5. Bacterias patógenas..... 14

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación 15

3.2. Diseño de investigación 15

3.3. Nivel de la investigación 15

3.4. Enfoque de la investigación 16

3.5. Diseño estadístico..... 16

3.6. Técnicas e instrumentos de la investigación..... 16

3.7. Materiales y equipos 17

 3.7.1. Materiales 17

 3.7.2. Equipos..... 17

3.8. Lugar de estudio 17

 3.8.1. Población y muestra 18

3.9. Procedimiento metodológico..... 19

 3.8.1 Objetivo1: Establecer la reunión que tendrán los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua subterránea 19

 3.8.2 Objetivo 2: Establecer la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea20

 3.8.3 Objetivo 3: Establecer la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros microbiológicos del agua subterránea.....25



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados26

 4.1.1. Objetivo1: Establecer la reunión que tendrán los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua subterránea26

 4.1.2. Objetivo2: Establecer la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV.30

 4.1.3. Objetivo3: Establecer la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros microbiológicas del agua subterránea49

4.2. Discusiones.....56

CONCLUSIONES.....58

RECOMENDACIONES59

BIBLIOGRAFÍA60

ANEXOS62



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la investigación.....	5
Tabla 2 Parámetros de la calidad del agua	9
Tabla 3 Ubicación geográfica del proyecto.....	17
Tabla 4 Fechas de recolección de datos	18
Tabla 5 Niveles de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el agua subterránea	27
Tabla 6 Niveles de indicadores microbiológicos en el agua subterránea	28
Tabla 7 Concentración de metales en aguas subterráneas	29
Tabla 8 Niveles de parámetros fisicoquímicos tras el tratamiento de osmosis inversa	30
Tabla 9 Cotejo de los parámetros físico químicos con los Imp	31
Tabla 10 Eficiencia de la osmosis inversa.....	33
Tabla 11 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Aluminio....	33
Tabla 12 Comparación de los niveles de antimonio antes y después del tratamiento	34
Tabla 13 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Arsénico ...	35
Tabla 14 Comparación de los niveles de boro antes y después del tratamiento	36
Tabla 15 Comparación de los niveles de cadmio antes y después del tratamiento ...	37
Tabla 16 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Cobre.....	38
Tabla 17 Comparación de los niveles de cromo antes y después del tratamiento	39
Tabla 18 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Hierro.....	40
Tabla 19 Comparación de los niveles de manganeso antes y después del tratamiento.....	41
Tabla 20 Comparación de los niveles de mercurio antes y después del tratamiento.	42
Tabla 21 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Molibdeno.....	43
Tabla 22 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Níquel	44



Tabla 23 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Plomo	45
Tabla 24 Comparación de los niveles de selenio antes y después del tratamiento ...	46
Tabla 25 Comparación de los niveles de uranio antes y después del tratamiento	47
Tabla 26 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Zinc.....	48
Tabla 27 Concentración de parámetros microbiológicas con el tratamiento de osmosis invers.....	49
Tabla 28 Comparación de los parámetros microbiológicos con los Lmp	50
Tabla 29 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Coliformes Termotolerantes	50
Tabla 30 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Coliformes Totales.....	51



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo hidrológico	10
Figura 2 Sistema de osmosis inversa	13
Figura 3 Ubicación del punto de monitoreo.....	18
Figura 4 Apertura de las llaves de paso en reservorios	19
Figura 5 Toma de muestras de los pilones antes del tratamiento de osmosis inversa.....	20
Figura 6 Verificación de accesorios del equipo de osmosis inversa	21
Figura 7 Instalación del equipo de osmosis inversa en la EPISA.....	21
Figura 8 Equipo de osmosis inversa instalado al 100 %	22
Figura 9 Pruebas para el tratamiento de las aguas subterráneas	23
Figura 10 Inicio del funcionamiento del equipo de ósmosis	24
Figura 11 Funcionamiento del equipo de osmosis inversa.....	24
Figura 12 Toma de muestras para los parámetros microbiológicos.	25
Figura 13 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Aluminio con los LMP.	34
Figura 14 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Antimonio con los LMP.	35
Figura 15 <i>Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Arsénico con los LMP</i>	36
Figura 16 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Boro con los LMP	37
Figura 17 <i>Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Cadmio con los LMP</i>	38



Figura 18 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Cobre con los LMP	39
Figura 19 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Cromo con los LMP	40
Figura 20 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Hierro con los LMP	41
Figura 21 Comparación de los niveles de manganeso antes y después del tratamiento, con referencia a los valores de los LMP	42
Figura 22 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Mercurio con los LMP	43
Figura 23 Comparación de los niveles de molibdeno antes y después del tratamiento, con referencia a los valores de los LMP	44
Figura 24 Comparación de resultados antes y posteriormente del tratamiento - Níquel con los LMP.....	45
Figura 25 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Plomo con los LMP	46
Figura 26 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Selenio con los LMP	47
Figura 27 Comparación de resultados antes y después del tratamiento –Uranio con los LMP	48
Figura 28 Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Zinc con los LMP	49
Figura 29 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Coliformes termotolerantes con los LMP	51



Figura 30 Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Coliformes TOTALES con los LMP	52
Figura 31 Frecuencia de los parámetros físico químicos por comparación con los LMP	53
Figura 32 Prueba de muestras emparejadas, parámetros físico químicos - LMP	53
Figura 33 Frecuencia de los parámetros fisicoquímicos por comparación con los LMP	54
Figura 34 Prueba de muestras emparejadas, parámetros microbiológicos - LMP	55



RESUMEN

Nuestro estudio tiene como propósito general: Valorar la condición microbiológica y fisicoquímica del agua acuífera de ingesta humana después de la osmosis inversa en aguas de la FICP de la UANCV Juliaca, las aguas subterráneas que se consideró fueron las del pabellón de estructuras de la FICP, las muestras tomadas fueron de 150 ml de la pileta del centro de condiciones ambientales de la EPISA, se instaló el equipo de osmosis en un lugar adecuado del laboratorio y se realizaron las pruebas cuyos resultados más resaltantes son: parámetros fisicoquímicos iniciales son ($T=14.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=7.7$, $\text{STD}=250\text{mg/l}$, Dureza total= 540 mg/l , Cloruros= 9.3 mg/l , Arsénico= 0.18035 mg/l) y microbiológicos (coli. totales $170\text{ NMP}/100\text{ml}$), posteriormente del procesamiento con osmosis inversa se obtuvo que: la eficiencia de 99.84% en la remoción de los STD, un 35.09% en la remoción de la dureza total, un 79.30% en la remoción de los cloruros y en referencia a metales un 98.50% en la remoción del arsénico y los parámetros microbiológicos se reducen a $< 1,8\text{ NMP}/100\text{ mL}$ desempeñando con lo determinado por la medida. Concluyendo que el agua de calidad es una tecnología recomendable para el saneamiento del H_2O acuífera de la FICP de la UANCV.

Palabras claves: osmosis inversa, agua subterránea, pozos, normativa, remoción



ABSTRACT

Our study has as general purpose: To assess the bacteriological and physicochemical condition of aquiferous water for person ingestion after reverse osmosis in waters of the FICP of the UANCV Juliaca, the groundwater considered were those of the pavilion of structures of the FICP, the samples taken were 150 ml from the pool of the center of environmental conditions of the EPISA, the osmosis equipment was installed in a suitable place in the laboratory and the tests were transported out whose most outstanding results are: Initial physicochemical parameters are ($T=14.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=7.7$, $\text{STD}=250\text{mg/l}$, $\text{Chlorides}=9.3\text{ mg/l}$, $\text{Total hardness}=540\text{ mg/l}$, $\text{Arsenic}=0.18035\text{ mg/l}$) and microbiological (total coliforms 170 NMP/100ml), after processing with reverse osmosis it was obtained that: 99.84% efficiency in STD removal, 35.09 % in the removal of total hardness, 79.30 % in the withdrawal of chlorides and in reference to metals 98.50 % in the removal of arsenic and the microbiological parameters are reduced to $< 1.8\text{ NMP/100 mL}$ performing as determined by the standard. Concluding that reverse osmosis is a recommended technology for the sanitation of the H₂O aquifer of the FICP of the UANCV.

Keywords: reverse osmosis, groundwater, wells, regulations, removal



INTRODUCCIÓN

El H₂O es fundamental y vital para la persistencia de los individuos, el progreso sostenible y socioeconómico, la elaboración de alimentos, el intercambio flujos de energía y conservación de los ecosistemas. La ingesta de H₂O dulce se ha reproducido por 6 en el último siglo y sigue incrementando a un compás anual de casi un 1% desde la década del 80. En tanto en los afluentes grandes de América Latina, Asia y de África la condición de este elemento se ha degradado producto de la contaminación ambiental. (ONU, 2020)

La cantidad de agua potable en el planeta es finita, y su pureza está bajo una presión invariable. El amparo de la condición del H₂O potable es crucial para el abastecimiento de H₂O para ingesta humana, y puede estar afectada por la existencia de patógenos, sustancias químicas peligrosas o radiación.

Es alarmante que diversas personas sufran este tipo de privación, aunque el acceso seguro al H₂O dulce esté examinado por el CDH como derecho fundamental: derecho a la existencia y a la decencia de los individuos.

La ósmosis inversa es el proceso de hacer pasar soluciones líquidas por medio de membrana semipermeable a partir de una solución concentrada hacia una diluida. Es el método más esgrimido presentemente para el procesamiento fisicoquímico que se aplica al H₂O en el ámbito industrial.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

Una de las primordiales retos ecológicos que enfrenta hoy la supervivencia de nuestra especie es la creciente polución del agua. Esta puede estar polucionada por una variedad de sustancias, como microorganismos dañinos, desechos orgánicos en descomposición, fertilizantes y nutrientes vegetales, productos químicos peligrosos, calor, sedimentos, petróleo (aceite) y/o materiales radiactivos.

A nivel global, hay una gran inquietud debido a que cerca de 884 000 000 de individuos no poseen entrada a H₂O dulce segura y cerca de 2.600 millones escasean de saneamiento primordial, lo que representa el 40% de la población olímpica. (ONU P. d., 2010)

En el Perú el problema de falta de saneamiento no es un problema ajeno, menos en Juliaca, ya que no existe una apropiada cobertura del sistema de saneamiento ante un crecimiento de la población, con ello se originan las enfermedades debido a la mala condición de agua para ingesta como con los problemas gastrointestinales.



En la ciudad universitaria la problemática tampoco es ajena, por información no fidedigna se sabe que las aguas de la ciudad universitaria en algunos parámetros superan la normatividad establecida como agua para ingesta humana, además se ha observado algunas incrustaciones en equipos de laboratorio dañándolos indicándonos que las propiedades fisicoquímicas de estas aguas no son las idóneas para algunos equipos de laboratorio. Es por ello que se plantea esta tesis para corroborar dichos indicios y plantear una solución real y rápida en cuanto al tratamiento.

1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea de consumo humano después de la osmosis inversa en aguas de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV Juliaca 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- 1) ¿Cuál será la concentración que tendrán los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV?
- 2) ¿Cómo influye la osmosis inversa en la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV?
- 3) ¿Cómo influye la osmosis inversa en la calidad de los parámetros microbiológicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV?



1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. *Objetivo general*

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea de consumo humano después de la osmosis inversa en aguas de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV Juliaca 2024

1.3.2. *Objetivos específicos*

- 1) Determinar la concentración que tendrán los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV
- 2) Determinar la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV
- 3) Determinar la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros microbiológicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. *Justificación*

Considerando que en muchas zonas en la que se emplean aguas acuíferas, extraídas principalmente a través de aguaceros, estas muestran un nivel de polución formidable y, en ciertos temas, asimismo contienen metales sólidos. Por lo tanto, consideramos que es razonable verificar la eficacia de la tecnología de agua de calidad para el saneamiento del H₂O en sus diferentes aplicaciones,



fundamentalmente destinado al consumo humano, en conformidad con las regulaciones actuales de LMP como el DS.031-2010-SA.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

El tratamiento del agua subterránea en aguas de la facultad de ingeniería y ciencias puras empleando la osmosis inversa es apta para consumo en referencia a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

1.5.2. Hipótesis específicas

- 1) El agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV presenta una concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que la hacen no apta para consumo humano
- 2) La osmosis inversa, considerando los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV, permitirá obtener agua potable.
- 3) La osmosis inversa en función a los parámetros microbiológicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV ara apta para consumo humano.



1.6. Variables

1.6.1. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la investigación

VARIABLES	DIMENSIÓN DE ANALISIS	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente Osmosis inversa	Condiciones de operación de la osmosis inversa	Potencia voltaje	
Variable Dependiente Calidad del agua	Concentración de parámetros fisicoquímicos	Temperatura pH STD	°C - mg/l
	Concentración de parámetros microbiológicos	Dureza total Cloruros Arsénico Bario Boro Calcio Magnesio manganeso Potasio silicio sodio Coliformes termotolerantes	mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l NMP/100 mL

Nota: Variables a estudiar



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

En la exploración presentada por Hernández (2020). En el actual escrito se describe los procesos que se ejecutan para poner en marcha y desarrollar unos sistemas de ósmosis inversa, con el fin de determinar su capacidad para tratar H₂O proveniente de la explotación minera, como primordial criterio, la cuantía de H₂O que se extrae prontamente de la operación, de acuerdo a la resolución 0631 del 2015, la cual define la condición del H₂O para ser vertido en entidades de agua. Comenzando en ello se consiguió hallar que la capacidad de los mecanismos instalados fue de hasta 79% en la permeación de agua.

En el informe presentado por Trujillo (2019) En el estudio se valoró la capacidad de procesamiento de los disolventes creados en el repleto salubre Los Corazones por medio del uso de agua de calidad, desde un enfoque cuantitativo que, iniciando de lo específico a lo ordinario, y mediante el manejo de variables, permitió establecer las bases teóricas procesos de ósmosis inversa como método



de tratamiento de los lixiviados en el colmado higiénico "LOS CORAZONES" de Valledupar - Cesar. En el modelo experimental se ajustaron las inconstantes de pH y los lapsos de subterfugio, obteniendo tasas de eliminación de MO que oscilaron entre el 94% y el 97%, y en términos de DQO, los rangos se establecieron entre el 62 mg/l y el 73 mg/l.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ramos (2021) titulada "Análisis de la condición del H₂O tratada por medio de ósmosis inversa para la ingesta en centros educativos, Manantay, coronel Portillo, Ucayali." el propósito fue contrastar los LMPs adheridos en el DS 031-2010-SA, determinando que los niveles de las medidas microbiológicas, fisicoquímicas y de metales del H₂O derivada tras el proceso resultaron conformes al ser comparados con los LMP.

Según Larico (2021) en su estudio nombrada "Eliminación de manganeso, arsénico y endurecimiento del H₂O de pozo en Cocachacra-Islay para la producción de H₂O dulce a través de ósmosis inversa". El estudio tuvo como objetivo eliminar manganeso, arsénico y endurecimiento del H₂O de pozo en Cocachacra - Islay para producir H₂O dulce de alta condición por medio de la ósmosis inversa. En la determinación última del procesamiento para ambas tipologías de H₂O, se registraron reuniones de manganeso de 0.0007 mg/L y arsénico de 0.0002 mg/L en el H₂O preoricesada osmotizada, y en el H₂O dura osmotizada se hallaron niveles de manganeso de 0.0009 mg/L y arsénico de 0.0003 mg/L.

En la investigación de Guevara et. al (2022) El fin de esta indagación fue valorar la eficacia de los sistemas de agua de calidad en la eliminación de arsénico presente en H₂O acuíferas del caserío Las Juntas Pacora. Se enviaron muestras de agua acuífera y de agua procesada mediante ósmosis inversa al Recinto



Regional del H₂O de Cajamarca, en la que, esgrimiendo la pericia de Espectrometría de Masas por Plasma Estimulado, se establecieron las reuniones de metales totales. Las derivaciones indicaron una elevada eficacia del sistema de agua de calidad en el proceso de purificación del H₂O, logrando reducir el arsénico de 0.019 mg/L a 0.0048 mg/L, lo que personifica un 72.79% de eficacia. Con estas particularidades, el H₂O sería adecuada para la ingesta de habitantes del área, cumpliendo con la Orden Suprema 031-2010-SA.

En el informe de Solier (2021) el objetivo es mejorar la potabilidad del agua del acuífero esgrimiendo la técnica de ósmosis inversa en la Estación de Servicios Pachacamac S.A.C. de Lurín. El método empleado es comparativa y experimental, esgrimiendo un equipo de ósmosis inversa. Se toman muestreos del agua acuífera. Después de aplicar la técnica de osmosis contradictoria, a la muestra de H₂O del mismo punto de muestreo, los resultados indican que el parámetro Bacterias Heterótrofas aumentó de (360 NMP/100mL a 2,300 NMP/100mL), Escherichia coli redujo de (13 NMP/100mL a <1,8 NMP/100mL), Coli. totales aumento de (130 NMP/100mL a 140 NMP/100mL), y sobrepasan los señalado por el MINAM y el DS. N°031-2010-S.A. y por último Coli. Termotolerantes o fecales disminuyo de (49 NMP/100mL a <1,8 NMP/100mL) y no excede los determinados en el DS. N°004-2017-MINAM.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad de agua

La condición del H₂O se precisa como la magnitud de las condiciones del H₂O en correspondencia a las necesidades de algún ser vivo específico o a las intenciones de una persona. (Shah, 2017).



2.2.1.1. Características del agua

Existen tres estados distintos de la materia: gaseoso = vapor, sólido = hielo y líquido = agua. Debido a la ubicuidad del H₂O, muchos individuos desconocen las propiedades inusuales y únicas del H₂O, diversas de las cuales se deben a la cabida de las moléculas de hidrógeno para interactuar entre sí. Entre estas propiedades se destacan:

Tabla 2

Parámetros de la calidad del agua

TIPOS DE PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA		
Biológicos	Físico	químico
Algas	Temperatura	pH
Bacterias	Color	Cloruro
Virus	Solidos	Sulfato
Protozoos	Conductividad eléctrica	Nitrógeno
Coliformes	Sabor y olor	Hierro
	Turbidez	Cobre
		Zinc
		Manganeso
		Aluminio
		Antimonio
		Arsénico
		Bario
		Berilio
		Bismuto
		Boro
		Cadmio
	
		Demas metales pesados

2.2.2. Agua subterránea

Es la porción de H₂O ubicada debajo del suelo que puede ser recolectada por medio de pozos, túneles o sistemas de desagüe, o la que surge de manera natural por fuentes o filtraciones hacia los cauces de ríos. (Ordoñez Gálvez, 2011)

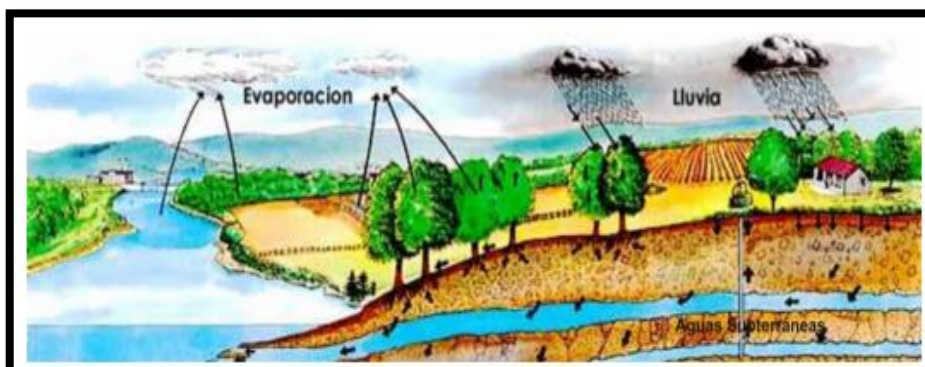
La Tierra posee un 70% de H₂O, pero casi en su total es H₂O salobre. Esta agua no es segura para beber, ya que causa deshidratación y el cuerpo acaba expulsando más H₂O de la que ingiere.

El H₂O adecuada para la ingesta es el H₂O dulce, pero es suficiente limitada; solo el 3% del H₂O en la Tierra es dulce, y la gran parte se encuentra en forma de hielo en polos terrestres. Los almacenamientos de agua dulce más abundantes son las aguas acuíferas, que se acumulan en grandes reservorios naturales mediante la filtración a través de superficies y rocas hacia estos espacios o que asimismo fluye por medio de semejantes cavidades interconectadas. El agua acuífera hace referencia a cualquier recurso acuático que se localiza bajo la superficie terrestre, y suele encontrarse en acuíferos. Estas fuentes de H₂O puede ser recolectada de manera nativa, como a través de veneros o descargas acuíferas hacia afluentes o al océano. (Salazar Barranco, 2018)

El agua acuífera es un componente del ciclo del agua, que implica el constante movimiento del H₂O entre el subsuelo, la atmósfera y los cuerpos de agua de superficies.

Figura 1

Ciclo hidrológico





Las lluvias se asientan en el suelo, y prontamente el H₂O se dispersa por la superficie terrestre en forma de flujo de superficie o escorrentía, o bien se infiltra.

En la primera situación, el H₂O acumulada genera un flujo concentrado que puede juntarse en riachuelos y afluentes, y finalmente llegar al océano. En el segundo escenario, el H₂O infiltrada se mueve por acción de la gravedad hasta conseguir un depósito acuífero o retorna al aire a través de la evaporación.

Las aguas que se filtran y no se vaporizan son dirigidas hacia el subsuelo. Primero atraviesan el área no saturada, en la que los espacios entre las partículas de la superficie están llenos de humedad, tierra y aire. El H₂O puede salir de esta área y llegar a la zona saturada, o bien quedarse como humedad en la superficie para prontamente ser liberada al aire mediante la flora o por acciones animales, en un proceso conocido como evapotranspiración.

Al llegar a la zona saturada, el H₂O se mueve a partir de sitios de mayor presión hidráulica hacia otras de menor presión. Las formaciones geológicas que permiten este movimiento se llaman acuíferos. Una vez que el H₂O entra en el acuífero, se traslada mediante los poros de los materiales acuíferos y podría emerger en zonas de menor altitud, apareciendo en veneros o alimentando de forma directa los arroyos, asegurando el flujo en los períodos de estiaje. (Menéndez, 2010)

2.2.3. Contaminantes de aguas subterráneas

Para Podgorski y Berg (2020) conforme con el apartado informado en la revista Science, se ha determinado que 220 000 000 de individuos en todo el universo enfrentan peligro al consumir H₂O de pozo, a causa de las elevadas cuantías de arsénico (As) encontradas en ella. El estudio también señala nuevas regiones con coexistencia de arsénico en las H₂O acuíferas, aunque el impacto



más grave de este anómalo se concentra en Asia, la polución geogénica, de principio nativo, en acuíferos, es una preocupación universal.

Para Hernández y Custodio (2004) Indica la existencia de arsénico en reuniones que superan los LE ($10 \mu\text{gr/L}$) en ciertos acuíferos con sedimentaciones detríticos de oquedades terceras, como la Oquedad del Duero y la Oquedad del Tajo. El arsénico está presente en H₂O nativas como una forma inorgánica diluida, comúnmente en 2 estados de enmohecimiento: arsénico pentavalente As (V) y arsénico trivalente As (III), ya siendo As (III) el estado más reactivo y tóxico biológicamente. Las especies químicas del arsénico en el H₂O, su movilidad y nivel de toxicidad están reguladas principalmente por los contextos redox y el pH. Aunque también influyen demás factores, como el contenido de MO, las formas de As (V) prevalecen en las aguas de superficies, que están más platinadas que las aguas acuíferas. En cambio, en las aguas acuíferas, el arsénico puede hallar en especies con ambos estados de oxidación según el Estándar de Calidad Ambiental.

2.2.4. Osmosis inversa

La ósmosis inversa se basa en membranas que funcionan como filtros para retirar sólidos disueltos, como iones, del agua selectivas penetrables que dejan pasar ciertas sustancias (como el H₂O) en tanto que estancan demás disueltas (como los iones). La ósmosis inversa proporciona la filtración de mayor precisión, eliminando casi todos los sólidos en suspensión y disueltos, y bloqueando también microorganismos y virus, produciendo agua completamente pura y estéril. (Delgado & Diaz, 2018)

Figura 2*Sistema de osmosis inversa*

2.2.4.1. La Membrana de Osmosis Inversa

La membrana de filtración por ósmosis inversa posee una estructura porosa que retiene las impurezas, permitiendo solo el paso del H₂O. Esta membrana detiene microbios, pirógenos y entre un 85.0% y 95.0% de los sólidos inorgánicos. Los iones de carga múltiple se filtran con mayor facilidad que los iones de carga simple. Los residuos orgánicos con una masa molecular próxima a 300 son filtrados por membrana, mientras que los gases pueden atravesarla. El agua de calidad es una técnica que opera con un porcentaje de rechazo. La condición del agua obtenida depende de la condición del H₂O de ingreso. La condición del H₂O derivada mediante agua de calidad es mayor que la del agua de entrada. (Delgado & Diaz, 2018)



2.3. Marco conceptual

2.3.1. Agua cruda

Es el H₂O, en su estado nativo, recolectada para suministro que no fue sujeta a métodos de purificación. (DIGESA, 2015)

2.3.2. Agua tratada

Cualquier agua que ha sido procesada mediante métodos químicos, físicos y/o biológicos para hacerla segura para la ingesta humana. (DIGESA, 2015)

2.3.3. Lmp

Son los LMP para las medidas que irradian la condición del H₂O (DIGESA, 2015)

2.3.4. Monitoreo

Monitoreo y comprobación de medidas químicas, físicas, microbiológicas u demás especificados en el Reglamento actual, así como de elementos de peligro en sistemas de suministro de H₂O. (MINSAL, 2011)

2.3.5. Bacterias patógenas.

Universalmente, son el conjunto de microorganismos patógenos más susceptibles a la inhabilitación mediante asepsia. Ciertos patógenos de existencia libre pueden multiplicarse en el H₂O; sin embargo, los microbios entéricos regularmente no se desarrollan en el H₂O y perduran menos tiempo que los protozoos o virus. La mayor parte de los microbios patógenos que podrían ser dados por el H₂O afectan el estómago y se eliminan en las deyecciones de individuos o animales inflamados. (OMS, 2011)



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La exploración realizada ejecuto las etapas al análisis correlacional donde los instrumentos de línea en los sistemas de osmosis inversa, ayudaron a medir y controlar las variables del proceso de osmosis, antes y después del proceso.

3.2. Diseño de investigación

En esta exploración se empleó un diseño no experimental, debido a que está dirigido al estudio y entendimiento de la situación en su estado actual.

3.3. Nivel de la investigación

El análisis tiene un paralelismo explicativo ya que analiza los efectos del saneamiento del H₂O esgrimiendo el método de agua de calidad en aguas procedentes de la ciudad universitaria, específicamente de la facultad de ciencias puras e ingenierías, pabellón de estructuras, en condiciones ambientales de la UANCV.



3.4. Enfoque de la investigación

El enfoque del análisis fue cuantitativo en el que se esgrimirá la información para experimentar o verificar hipótesis por medio del uso de estrategias estadísticas.

3.5. Diseño estadístico

La prueba de muestras emparejadas, o prueba t de pares dependientes, se emplea para analizar si la diferencia entre las medias de dos grupos de datos correlacionados, como las mediciones previas y posteriores a un evento, es estadísticamente significativa de un tratamiento en el mismo grupo de sujetos. Esta prueba compara las diferencias entre pares de datos, asumiendo que estas diferencias siguen una distribución normal. Se calcula el estadístico t a partir de la media y desviación estándar de las diferencias, y se realiza una comparación aplicando la prueba t para la comparación de medias, con el objetivo de rechazar o aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias.

El procedimiento incluye la formulación de hipótesis y el cálculo del estadístico t, seguido por la interpretación del valor p obtenido. Al obtener un valor p menor que α (0.05), se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que las medias emparejadas muestran una diferencia significativa desde un punto de vista estadístico. En caso de que la hipótesis nula no sea rechazada no apoyan la conclusión de que exista una diferencia. Esta prueba es fundamental para analizar datos que requieren la comparación de condiciones o tiempos en el mismo grupo de sujetos. (Moore, et al., 2021)

3.6. Técnicas e instrumentos de la investigación

En esta exploración se recopilarán los siguientes datos



3.7. Materiales y equipos

3.7.1. Materiales

- chaleco
- Tablero acrílico
- Plumón indeleble
- Lapicero
- Frasco de plástico graduado de 250ml
- Guantes quirúrgicos

3.7.2. Equipos

- Sistema de osmosis inversa (purificador)
- GPS
- Cámara fotográfica
- Equipo informático

3.8. Lugar de estudio

El sitio de exploración del moderno estudio dio lugar en la UANCV.

a. Ubicación del proyecto

Ubicación de Punto de muestra.

Tabla 3

Ubicación geográfica del proyecto

Código	Coordenadas	
	ESTE	NORTE
M-Inicial 1	380117.93	8282287.07
M-Inicial 2	380117.93	8282287.07

Nota: las coordenadas que se muestran pertenecen a las que se encuentran dentro de la UANCV concretamente en la FICP pabellón de estructuras, laboratorio de calidad ambiental. Las aguas tratadas fueron de una de las piletas que se esgrimen en el recinto de condición ambiental.

Figura 3

Ubicación del punto de monitoreo



Tabla 4

Fechas de recolección de datos

ENSAYOS	FECHA DE MUESTREO
Fecha de inicio del ensayo	31/07/2024
Fecha de término del ensayo	31/07/2024

Nota: los ensayos se realizaron durante todo el día para así tomar las muestras y enviarlas al laboratorio acreditado de Arequipa y también al laboratorio de la EPISA

3.8.1. Población y muestra

a. Población

En este análisis se toma en cuenta como la población las aguas acuíferas de la UANCV

b. Muestra

La muestra representa las aguas acuíferas del pabellón de estructuras específicamente del recinto de la UANCV para los estudios de los parámetros Físicoquímicos y microbiológicas.

3.9. Procedimiento metodológico

3.8.1 *Objetivo1: Establecer la reunión que tendrán los parámetros microbiológicos y físicoquímicos del agua subterránea*

En esta finalidad los pasos a perseguir fueron los siguientes:

Primero: Antes de poder iniciar con el estudio se tuvo en cuenta que en el recinto de condición ambiental exista un flujo de H₂O continuo, para ellos se procedió a la apertura de las llaves de paso de los reservorios ubicados en la azotea del pabellón de estructuras.

Figura 4

Apertura de las llaves de paso en reservorios



Nota: en el pabellón de estructuras se cuentan con dos tanques que son utilizados como reservorios de agua para este pabellón.

Segundo: Toma de muestreos de aguas en recipientes de 150 ml para el análisis inicial

Figura 5

Toma de muestras de los pilones antes del tratamiento de osmosis inversa



Nota: Para la toma de muestras nos ubicamos en el desfogue del agua acuífera que son los pilones, en la que se toma la muestra de 150 ml por cada frasco luego examinar las medidas fisicoquímicos y microbiológicos del H₂O.

3.8.2 Objetivo 2: Establecer la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea

Para conseguir este fin, se ejecutó el siguiente procedimiento:

Primero: se realizó el pedido del mecanismo de osmosis inversa de la ciudad de lima, una vez llegado el equipo se procedió a revisar todos los accesorios para así poder instalarlo

Figura 6

Verificación de accesorios del equipo de osmosis inversa



Nota: La verificación se realizó en el ambiente controlado de la FICP – UANCV, pabellón de estructuras.

Segundo: El mecanismo de osmosis inversa se instaló en condición ambiental.

Figura 7

Instalación del equipo de osmosis inversa en la EPISA



Nota: Proceso de instalación del equipo osmosis inversa.

Tercero: Como se puede ver en la figura siguiente, las instalaciones del equipo de agua de calidad se ejecutaron en el ambiente controlado para la condición ambiental con la ayuda del personal del laboratorio y ayuda externa que conocen de este tipo de equipos y así poder tener los resultados más confiables posibles.

Figura 8

Equipo de osmosis inversa instalado al 100 %



Nota: Los equipos de osmosis inversa como se ve en la figura está diseñado para un flujo constante que según indicaciones técnicas de la empresa proveedora puede brindar hasta 180 litros de agua purificadora, este sistema consta de 5 etapas las cuales son:

Levantamiento: diagnóstico para la ubicación del purificador de agua

Instalación: verificación de los pre filtros y cartuchos y todo el proceso de instalación de cada accesorio.

Uso: en base a la instalación el uso se realizará en base a las necesidades de las personas.

Mantenimiento: la existencia útil de los cartuchos depende de la condición del agua que se trate. Cambios de filtros y cartuchos.

Almacenamiento de agua purificada: para ello se cuenta con un reservorio de un volumen de 185 litros.

Cuarto: Inicio de la ejecución del sistema de agua para el procesamiento de H₂O acuíferas de la FICP.

Figura 9

Pruebas para el tratamiento de las aguas subterráneas



Nota: una vez instalado se empiezan a realizar las primeras pruebas de encendido.

Quinto: Se procede a poner en camino del mecanismo de osmosis inversa en base a las indicaciones del proveedor, digitalizando todo en el tablero que viene en el equipo de osmosis.

Figura 10

Inicio del funcionamiento del equipo de ósmosis



Nota: Inicio de la purificación de las aguas acuíferas de la facultad.

Figura 11

Funcionamiento del equipo de osmosis inversa



Nota. El funcionamiento en base a las indicaciones del proveedor

Sexto: Una vez que se tuvo una cantidad considerable de aguas en el tanque, se tomaron muestras de 150 ml para los estudios de los parámetros en estudio luego del procesamiento de osmosis inversa

3.8.3 Objetivo 3: Establecer la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros microbiológicos del agua subterránea

Para desempeñar con el tercer objetivo se procede de la misma forma que para los parámetros fisicoquímicos, tomando muestras de 150 ml en un envase de vidrio para el respectivo estudio de parámetros microbiológicos.

Figura 12

Toma de muestras para los parámetros microbiológicos.



Nota: Muestras para el estudio microbiológico.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1. Objetivo1: Establecer la reunión que tendrán los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua subterránea

En las siguientes tablas se estará mostrando las derivaciones conseguidas tanto en el recinto de condición ambiental como en el laboratorio CERPER filial en la ciudad de Arequipa, cabe indicar que el laboratorio de la EPISA sub contrato a dicho laboratorio.

**Tabla 5***Niveles de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el agua subterránea*

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura	°C	14.2
Potencial de Hidrogeno	unidad pH	7.7
Solidos Torales disueltos	mg/L	250
Dureza total	mg/L	540
Cloruros	mg/L	9.3
Arsénico	mg/L	0,18035
Bario	mg/L	0,02604
Boro	mg/L	0,436
Calcio	mg/L	52,2
Magnesio	mg/L	14,7
Manganeso	mg/L	0,04643
Potasio	mg/L	14,8
Silicio	mg/L	21,2
Sodio	mg/L	131

Nota: Resultados en base a los laboratorios de calidad ambiental como al laboratorio CERPER filial Arequipa.

Se aprecia en la tabla las reuniones de las diferentes medidas desarrolladas en aguas acuíferas de la FI, pabellón de estructuras de la UANCV.

Podemos observar los resultados donde para la temperatura de un valor inicial de 14.2 °C, para el pH se observa que es 7.7 unidades de pH valor que indica una ligera alcalinidad de estas aguas, para sólidos totales disueltos fue de 250 mg/l, según bibliografía el agua de pozo naturalmente blanda suele tener un STD bajo, de 50 a 100 mg/L, mientras que las aguas salada o salobre aproximadamente 35000 mg/l. el valor de STD en nuestra investigación nos indica

existencia de cationes, minerales, metales, sales, aniones diluidos en el H₂O acuífera, en términos de dureza podemos apreciar que la concentración es de 540 mg/l valor que indica una suma de la dureza temporal y la permanente, en términos generales, se estima que la reunión ideal correspondería estar por abajo de los 100 mg/l (H₂O de mejor condición) y que por arriba de los 500 mg/l la condición ya no es adecuada, como vemos las aguas acuíferas en estudio no son aceptables y existe una gran probabilidad que estas a largo plazo ser más incrustante, pudiendo precipitar las sales de calcio en tuberías. Y por último para los cloruros su reunión es de 9.3 mg/l, como se sabe esta presencia de cloruros se debe a causas naturales o a causas antropogénicas a industrias o a las aguas remanentes.

Tabla 6

Niveles de indicadores microbiológicos en el agua subterránea

Parámetro	Unidad	Valor
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8
Coliformes totales	NMP/100 mL	170

Nota: Resultados en base a los laboratorios de calidad ambiental y laboratorio CERPER de la filial Arequipa

Se observa que los coliformes termo tolerantes en las aguas sin tratamiento arrojan un valor de < 1,8 NMP/100 mL, y en coli. totales un valor de 170 NMP/100 mL. La mayor parte de las bacterias coliformes no son perjudiciales. No obstante, ciertas pueden causar enfermedades. Un individuo expuesto a estas bacterias podría experimentar malestar estomacal, vómitos, diarrea o fiebre.



Tabla 7

Concentración de metales en aguas subterráneas

Parámetro	Unidad	Valor
Aluminio	mg/L	<0,003
Antimonio	mg/L	<0,00007
Arsénico	mg/L	0,18035
Bario	mg/L	0,02604
Berilio	mg/L	<0,00001
Bismuto	mg/L	<0,00005
Boro	mg/L	0,436
Cadmio	mg/L	<0,00005
Calcio	mg/L	52,2
Cobalto	mg/L	<0,00004
Cobre	mg/L	0,00189
Cromo	mg/L	<0,0003
Estaño	mg/L	<0,00003
Estroncio	mg/L	0,76065
Fósforo	mg/L	<0,02
Hierro	mg/L	0,01846
Litio	mg/L	0,04283
Magnesio	mg/L	14,7
Manganeso	mg/L	0,04643
Mercurio	mg/L	<0,000003
Molibdeno	mg/L	0,00973
Níquel	mg/L	0,00046
Plata	mg/L	<0,00004
Plomo	mg/L	<0,00004
Potasio	mg/L	14,8
Selenio	mg/L	0,00232
Silicio	mg/L	21,2
Sodio	mg/L	131
Talio	mg/L	<0,00003
Teluro	mg/L	<0,00006
Titanio	mg/L	<0,0001
Uranio	mg/L	0,00656
Vanadio	mg/L	0,01859
Wolframio	mg/L	<0,00004
Zinc	mg/L	0,01247

Nota: resultado de metales en base al laboratorio conocido por INACAL CERPER

de la filial de Arequipa.



Estos resultados se evaluaron conforme a las sugerencias de las Sistemáticas Estandarizados Según el método del Estudio de H2O Dulces y Remanentes, APHA, AWWA, WEF, 21ª edición, 2005.

4.1.2. Objetivo2: Establecer la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV.

En las tablas que se mostraran posteriormente se observan las derivaciones conseguidas para el presente estudio.

Tabla 8

Niveles de parámetros fisicoquímicos tras el tratamiento de osmosis inversa

Parámetro	Unidad	T-1	T-2	T-3	T-4	Promedio
Temperatura	°C	14.4	14.2	14.5	14.2	14.33
pH	pH	7.3	7.5	7.4	7.3	7.38
STD	mg/L	0.2	0.4	0.6	0.4	0.40
Dureza total	mg/L	345	372	358	327	350.50
Cloruros	mg/L	2.3	1.6	1.8	2	1.93

Nota: cómo se puede ver en la tabla se ejecutaron 04 pruebas para la parte fisicoquímica en el recinto de condición ambiental.

Podemos observar los derivaciones donde para el temple de un valor inicial de 14.2 °C esta no varía mucho encontrándose en un rango de 14.2 – 14.5 °C, para el pH se inició con 7.7 unidades de pH valor que indica una ligera alcalinidad de estas aguas y en base a los tratamientos se observa que varía en un rango de 7.3 – 7.5 disminuyendo ligeramente su alcalinidad, para los STD antes del tratamiento

fue de 250 mg/l y al ser tratadas mediante la osmosis inversa se observa que los valore bajan considerablemente estando en un rango de 0.2 – 0.6 mg/l. en cuanto a la dureza podemos apreciar que antes del tratamiento el valor es de 540 mg/l indicándonos y después de la osmosis inversa las concentraciones bajan a un rango de 327 – 358 mg/l. para los cloruros tenemos que antes del tratamiento las concentraciones están en 9.3 mg/l y después de ser sometidos a la osmosis inversa dichas concentraciones bajan a un rango de 1.6 – 2.3 mg/l.

Tabla 9

Cotejo de los parámetros físico químicos con los Imp

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Aluminio	mg/L	<0,003	<0,004	0.2
Antimonio	mg/L	<0,00007	<0,00007	0.02
Arsénico	mg/L	0,18035	0,00271	0.01
Bario	mg/L	0,02604	0,00993	N.I.
Berilio	mg/L	<0,00001	<0,00001	N.I.
Bismuto	mg/L	<0,00005	<0,00005	N.I.
Boro	mg/L	0,436	0,080	1.5
Cadmio	mg/L	<0,00005	<0,00005	0.003
Calcio	mg/L	52,2	3,61	N.I
Cobalto	mg/L	<0,00004	<0,00004	N.I
Cobre	mg/L	0,00189	0,01317	2
Cromo	mg/L	<0,0003	<0,0003	0.05
Estaño	mg/L	<0,00003	<0,00003	N.I
Estroncio	mg/L	0,76065	0,04578	N.I



Fósforo	mg/L	<0,02	<0,02	N.I
Hierro	mg/L	0,01846	0,02284	0.3
Litio	mg/L	0,04283	0,00566	N.I
Magnesio	mg/L	14,7	1,51	N.I
Manganeso	mg/L	0,04643	0,01653	0.4
Mercurio	mg/L	<0,000003	<0,000003	0.001
Molibdeno	mg/L	0,00973	<0,00004	0.07
Níquel	mg/L	0,00046	0,00729	0.02
Plata	mg/L	<0,00004	<0,00004	N.I
Plomo	mg/L	<0,00004	0,00702	0.01
Potasio	mg/L	14,8	7,77	N.I
Selenio	mg/L	0,00232	0,00177	0.01
Silicio	mg/L	21,2	4,09	N.I
Sodio	mg/L	131	8,98	N.I
Talio	mg/L	<0,00003	<0,00003	N.I
Teluro	mg/L	<0,00006	<0,00006	N.I
Titanio	mg/L	<0,0001	<0,0001	N.I
Uranio	mg/L	0,00656	<0,00004	0.015
Vanadio	mg/L	0,01859	<0,00003	N.I
Wolframio	mg/L	<0,00004	<0,00004	N.I
Zinc	mg/L	0,01247	0,23174	3

Nota: Cotejo de las derivaciones previos y posteriores al procesamiento conforme al Estatuto de las Condiciones del H₂O para Ingesta Humana DS N° 031-2010-SA.

Como se observa en la tabla el único metal que sobre pasa los LMP es el arsénico, confirmando la existencia de este metal pesado en aguas acuíferas en la ciudad universitaria, con una reunión de 0.18035 mg/l y después del procesamiento esta reunión baja a 0,00271 mg/l desempeñando lo determinado por la normatividad y un 98.50 % de eficiencia en la eliminación de arsénico.

Tabla 10*Eficiencia de la osmosis inversa*

Parámetro	Unidad	Valor I	Prom. Tratamientos	Eficiencia
Temperatura	°C	14.2	14.325	-----
pH	unidad pH	7.7	7.375	-----
STD	mg/L	250	0.4	99.84
Dureza total	mg/L	540	350.5	35.09
Cloruros	mg/L	9.3	1.925	79.30
Arsénico	mg/L	0.18035	0.00271	98.50

Nota: La influencia en los parámetros fisicoquímicos los podemos reflejar en la presente tabla con una eficiencia de, 99.84 % en la remoción de los STD, un 35.09 % en la remoción de la dureza total, un 79.30 % en la remoción de los cloruros y en referencia a metales un 98.50% en la remoción del arsénico.

Aluminio con los LMP.

Tabla 11*Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Aluminio*

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Aluminio	mg/L	<0,003	<0,004	0.2

Se observa que el metal aluminio cumple con los LMP un valor final de <math><0,004 \text{ mg/l}</math> y con un valor primero de <math><0,003 \text{ mg/l}</math>, siendo el límite 0.2, como se pueden ver en la figura.

Figura 13

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Aluminio con los LMP.

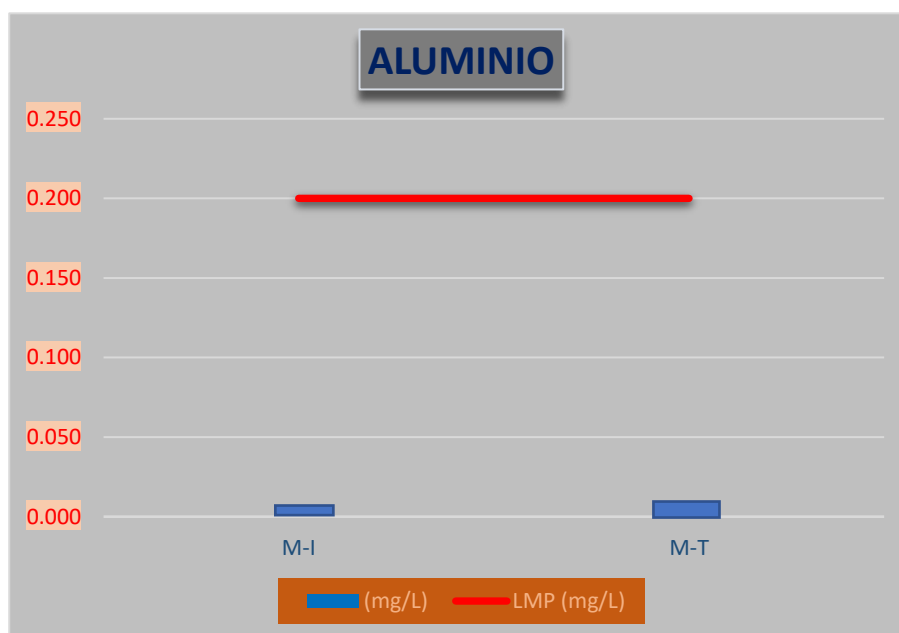


Tabla 12

Comparación de los niveles de antimonio antes y después del tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Antimonio	mg/L	<math><0,00007</math>	<math><0,00007</math>	0.02

Se observa que el metal antimonio cumple con los LMP con un valor final de <math><0,00007 \text{ mg/l}</math> y un valor primero de <math><0,00007 \text{ mg/l}</math>, siendo el límite 0.02, como se pueden ver en la figura.

Figura 14

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Antimonio con los LMP.

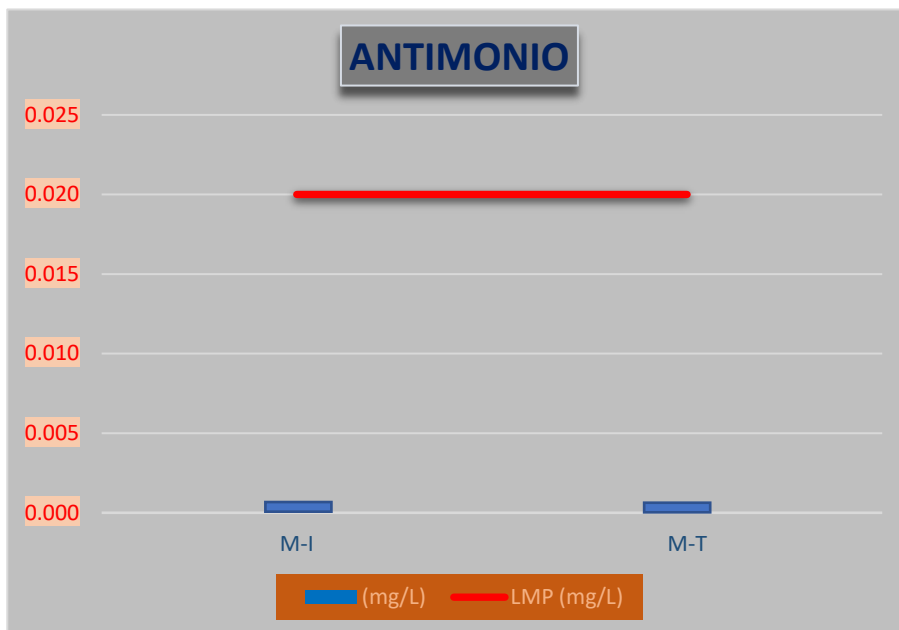


Tabla 13

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Arsénico

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Arsénico	mg/L	0,18035	0,00271	0.01

Se observa que el metal Arsénico cumple con los LMP con un valor final de 0.00271 mg/l y un valor primero de 0.18035 mg/l, siendo el límite 0.01, como se pueden ver en la figura.

Figura 15

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Arsénico con los LMP



Tabla 14

Comparación de los niveles de boro antes y después del tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Boro	mg/L	0,436	0,080	1.5

Se observa que el metal Boro cumple con los LMP con un valor final de 0.018 mg/l y un valor primero de 0.436 mg/l, siendo el límite 1.5, como se pueden ver en la figura.

Figura 16

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Boro con los LMP

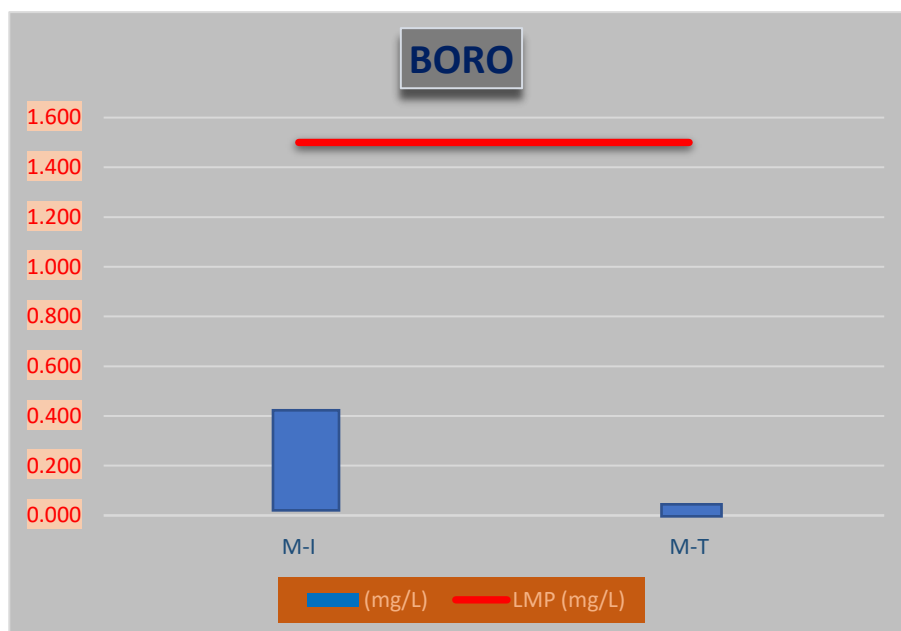


Tabla 15

Comparación de los niveles de cadmio antes y después del tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Cadmio	mg/L	<0,00005	<0,00005	0.003

Se observa que el metal Cadmio cumple con los LMP un valor final de <0,00005 mg/l y con un valor primero de <0,00005 mg/l, siendo el límite 0.003, como se pueden ver en la figura.

Figura 17

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Cadmio con los LMP

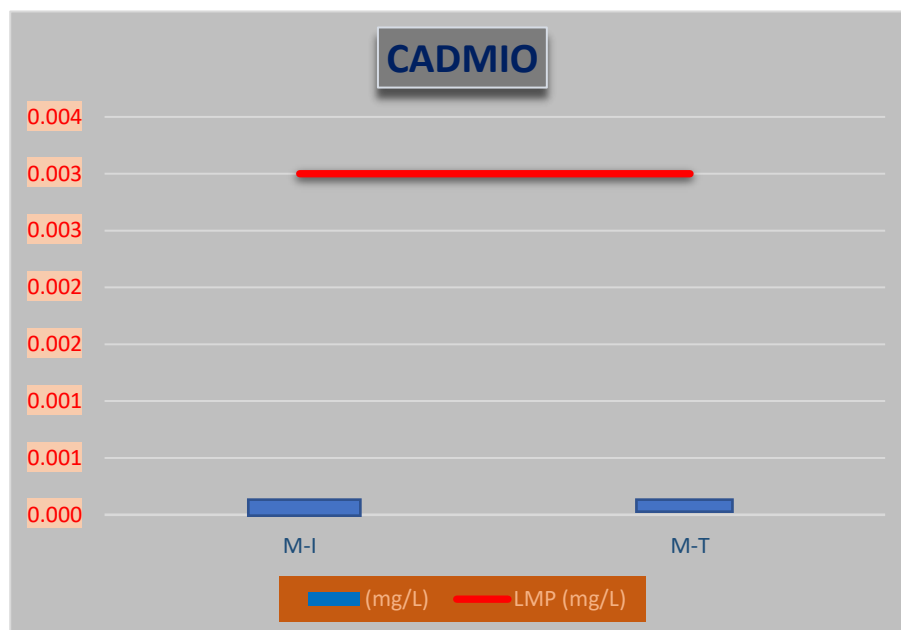


Tabla 16

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Cobre

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Cobre	mg/L	0,00189	0,01317	2

Se observa que el metal Cobre cumple con los LMP con un valor final de 0,01317mg/l y un valor primero de 0,00189 mg/l, siendo el límite 2, como se pueden ver en la figura.

Figura 18

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Cobre con los LMP

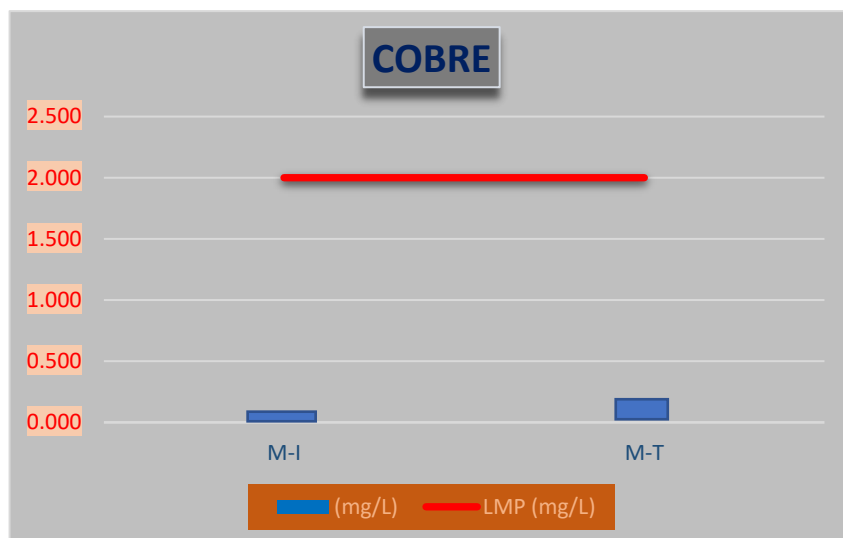


Tabla 17

Comparación de los niveles de cromo antes y después del tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Cromo	mg/L	<0,0003	<0,0003	0.05

Se observa que el metal Cromo cumple con los LMP con un valor final de <0,0003mg/l y un valor primero de <0,0003 mg/l, siendo el límite 0.05, como se pueden ver en la figura

Figura 19

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Cromo con los LMP

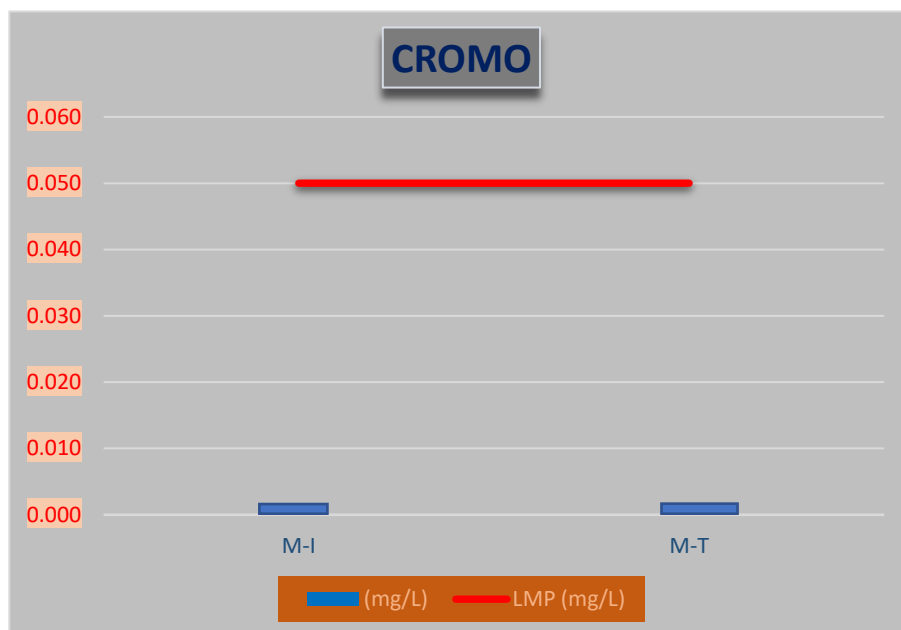


Tabla 18

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Hierro

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Hierro	mg/L	0,01846	0,02284	0.3

Se observa que el metal Hierro cumple con los LMP con un valor final de 0,02284 mg/l y un valor primero de 0,01846 mg/l, siendo el límite 0.3, como se pueden ver en la figura.

Figura 20

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Hierro con los LMP

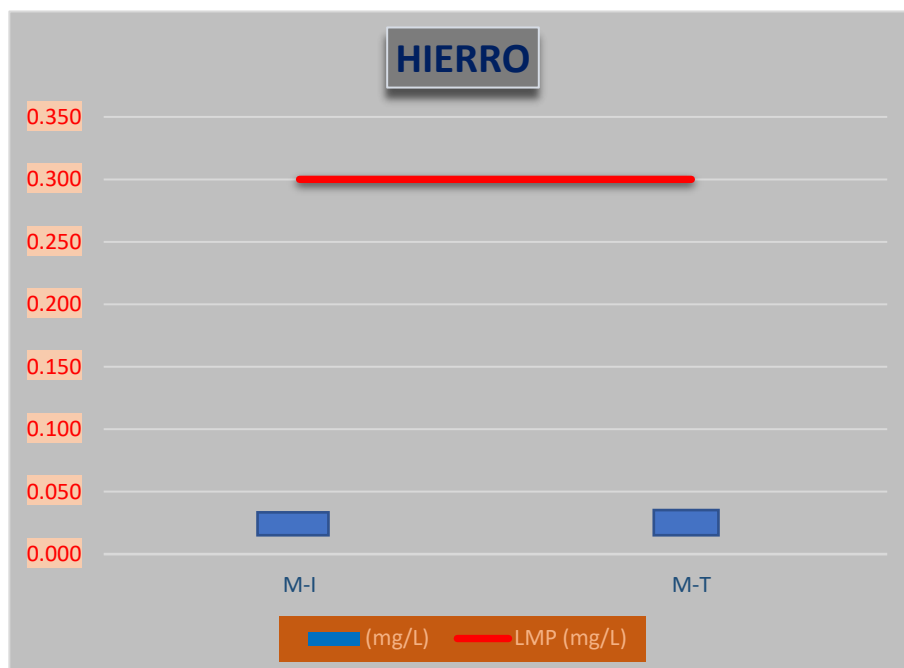


Tabla 19

Comparación de los niveles de manganeso antes y después del tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Manganeso	mg/L	0,04643	0,01653	0.4

Se observa que el metal Manganeso cumple con los LMP con un valor final de 0,01653 mg/l y un valor primero de 0,04643 mg/l, siendo el límite 0.3, como se pueden ver en la figura.

Figura 21

Comparación de los niveles de manganeso antes y después del tratamiento, con referencia a los valores de los LMP

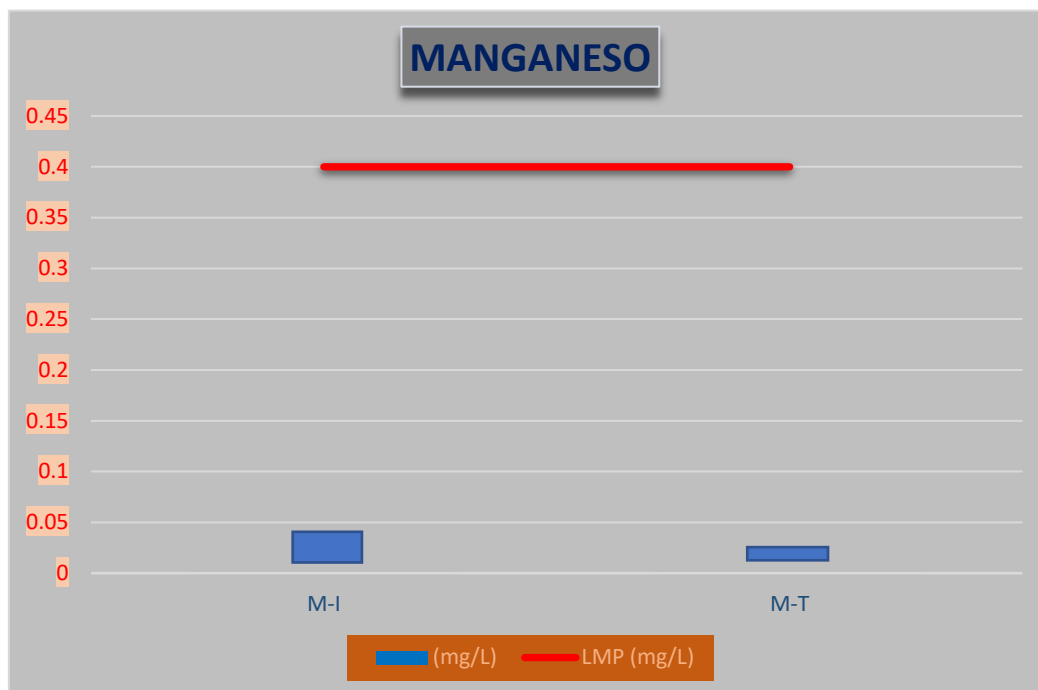


Tabla 20

Comparación de los niveles de mercurio antes y después del tratamiento.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Mercurio	mg/L	<0,000003	<0,000003	0.001

Se observa que el metal Mercurio cumple con los LMP con un valor final de <0,000003 mg/l y un valor primero de <0,000003 mg/l, siendo el límite 0.001, como se pueden ver en la figura.

Figura 22

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Mercurio con los LMP

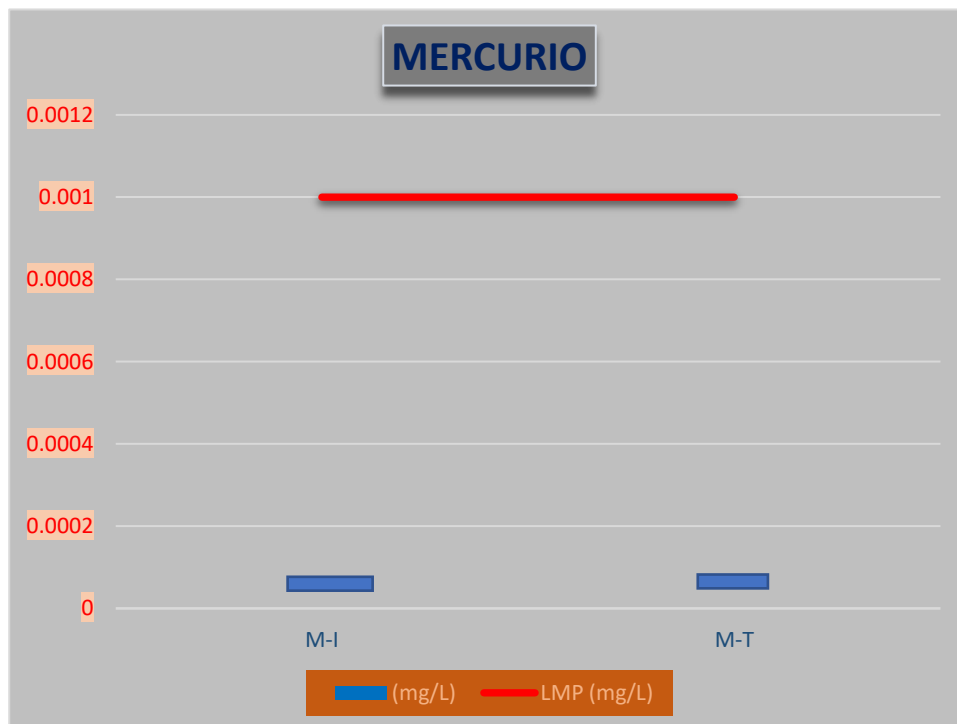


Tabla 21

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Molibdeno

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Molibdeno	mg/L	0,00973	<0,00004	0.07

Se observa que el metal Molibdeno cumple con los LMP con un valor final de <0,00004 mg/l y un valor primero de 0,00973 mg/l, siendo el límite 0.07, como se pueden ver en la figura.

Figura 23

Comparación de los niveles de molibdeno antes y después del tratamiento, con referencia a los valores de los LMP

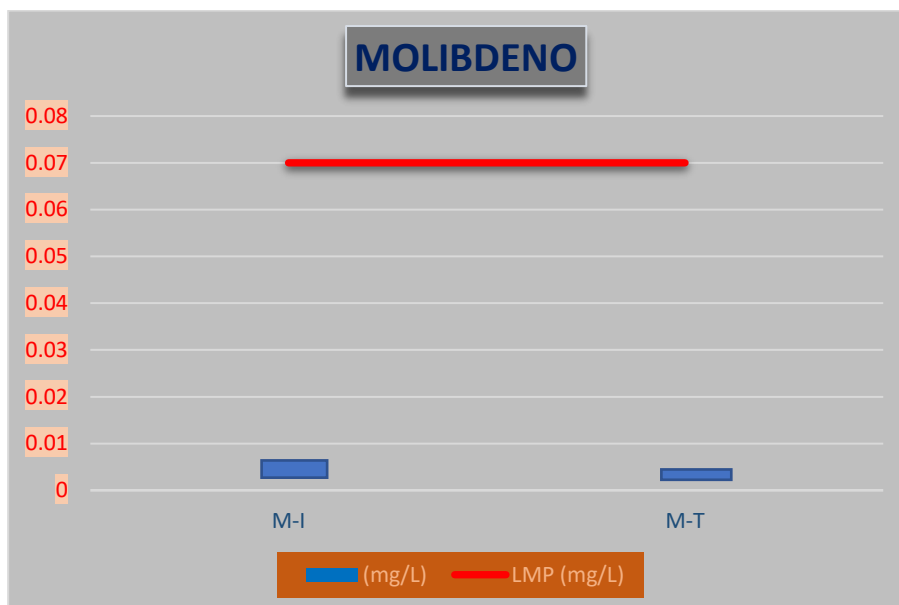


Tabla 22

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – **Níquel**

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Níquel	mg/L	0,00046	0,00729	0.02

Se observa que el metal Níquel cumple con los LMP con un valor final de 0,00729 mg/l y un valor primero de 0,00046 mg/l, siendo el límite 0.02, como se pueden ver en la figura.

Figura 24

Comparación de resultados antes y posteriormente del tratamiento - Níquel con los LMP

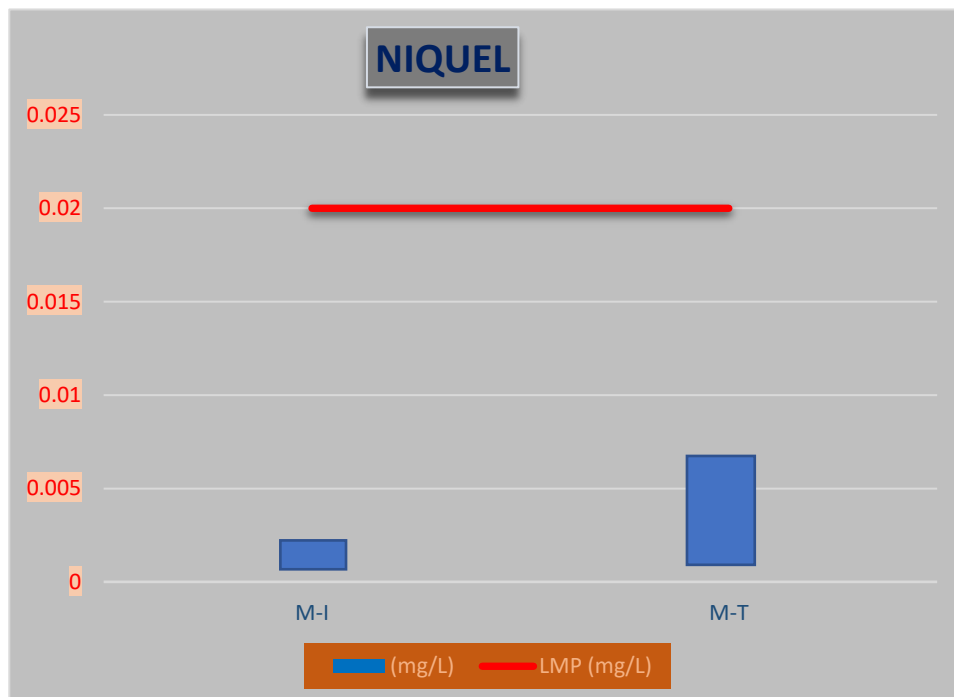


Tabla 23

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – **Plomo**

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Plomo	mg/L	<0,00004	0,00702	0.01

Se observa que el metal Plomo cumple con los LMP con un valor final de 0,00702 mg/l y un valor primero de <0,00004 mg/l, siendo el límite 0.01, como se pueden ver en la figura

Figura 25

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Plomo con los LMP

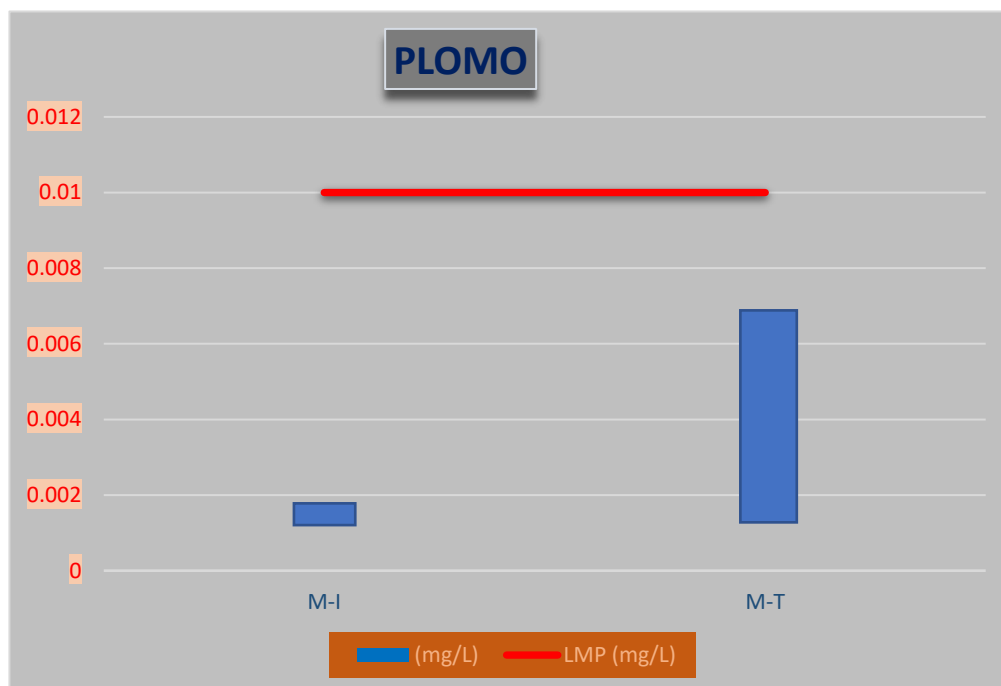


Tabla 24

Comparación de los niveles de selenio antes y después del tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Selenio	mg/L	0,00232	0,00177	0.01

Se observa que el metal Selenio cumple con los LMP con un valor final de 0,00177 mg/l y un valor primero de 0,00232 mg/l, siendo el límite 0.01, como se pueden ver en la figura.

Figura 26

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Selenio con los LMP

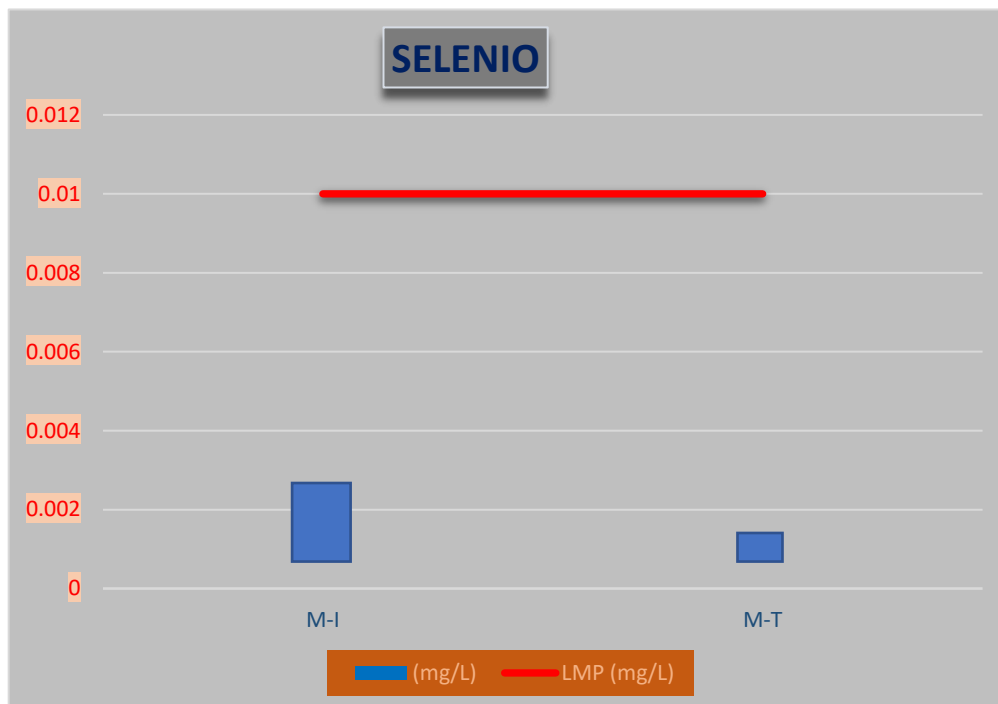


Tabla 25

Comparación de los niveles de uranio antes y después del tratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Uranio	mg/L	0,00656	<0,00004	0.015

Se observa que el metal Uranio cumple con los LMP con un valor final de <0,00004 mg/l y un valor primero de 0,00656 mg/l, siendo el límite 0.015, como se pueden ver en la figura.

Figura 27

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Uranio con los LMP

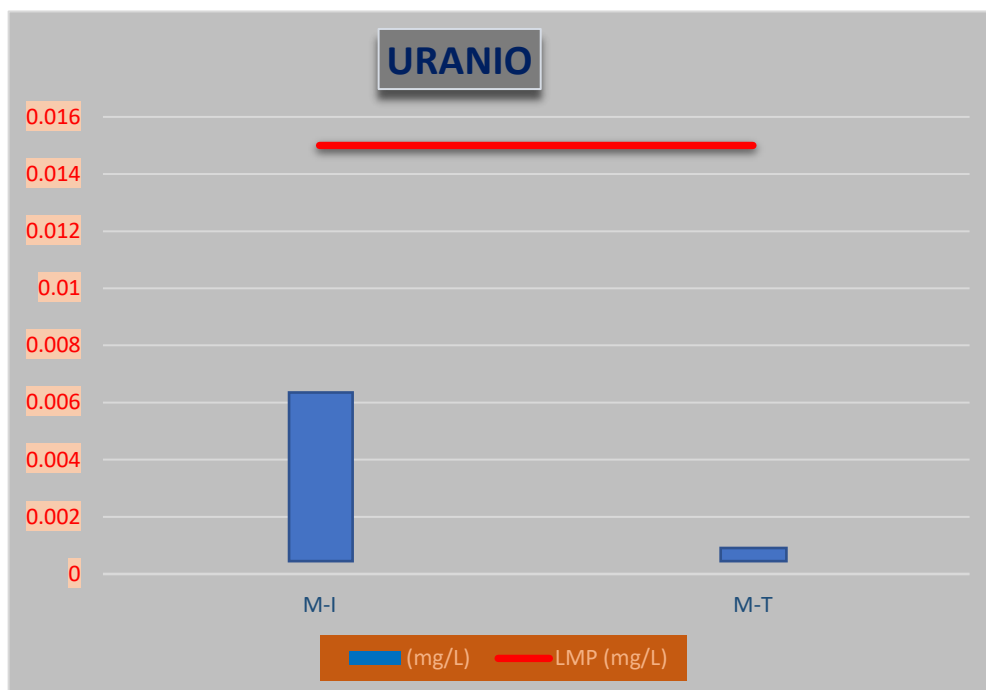


Tabla 26

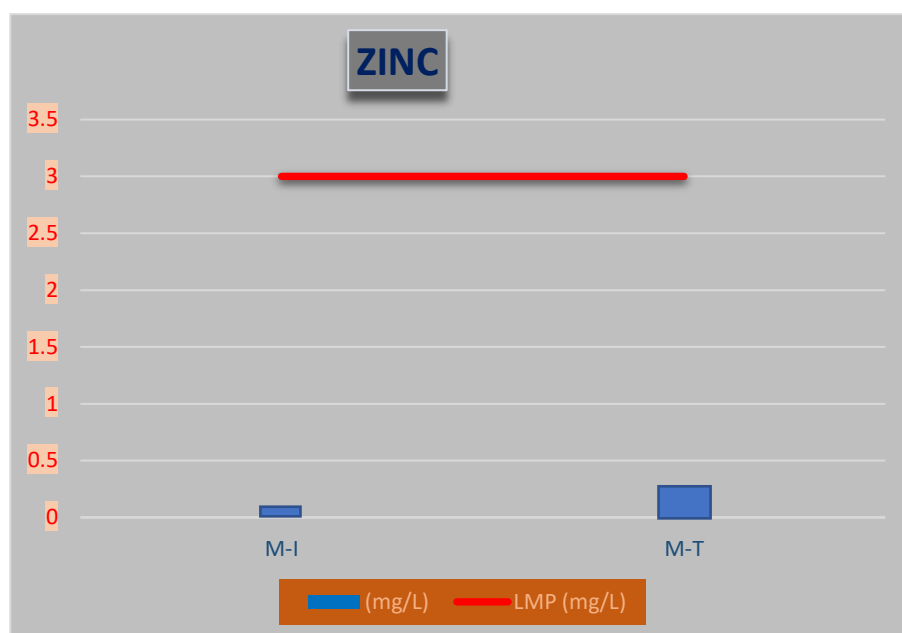
Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Zinc

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Zinc	mg/L	0,01247	0,23174	3

Se observa que el metal Zinc cumple con los LMP con un valor final de 0,23174 mg/l y un valor primero de 0,01247 mg/l, siendo el límite 3, como se pueden ver en la figura.

Figura 28

Comparación de resultados antes y después del tratamiento - Zinc con los LMP



4.1.3. Objetivo3: Establecer la influencia de la osmosis inversa en la calidad de los parámetros microbiológicas del agua subterránea

Tabla 27

Concentración de parámetros microbiológicas con el tratamiento de osmosis inversa

Parámetro	Unidad	Valor
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8

Nota: Cotejo de las medidas microbiológicas con los Imp (d.s 031-2010 SA – Disposición de Condiciones del H2O para Ingesta Humana) antes y después del procesamiento.

Tabla 28

Comparación de los parámetros microbiológicos con los Lmp

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8	< 1,8	0
Coliformes totales	NMP/100 mL	170	< 1,8	0

Nota: concentraciones de bacterias coliformes

Como se puede ver en la tabla existe de coliformes termotolerantes, pero sí de coli. totales con 170 NMP/100 ml indicándonos que el agua (H₂O) en cuestión no es potable y después de ser tratadas mediante la osmosis inversa se observa que dichas concentraciones bajan o se reducen sustancialmente a una reunión de menores a 1.8 NMP/100 ml, de esta manera confirmando que la osmosis inversa remueve las bacterias coliformes hasta hacerlas aptas para el consumo humano.

Tabla 29

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Coliformes

Termotolerantes

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8	< 1,8	0

Nota: en la tabla se pueden ver las reuniones de los coliformes termotolerantes.

Se observa que Coliformes Termotolerantes si cumplen con los LMP con un valor final de < 1,8 NMP/100 mL y un valor inicial de < 1,8 NMP/100 mL valor menor y que por este método ya no es detectable. cómo se pueden ver en la figura.

Figura 29

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Coliformes termotolerantes con los LMP

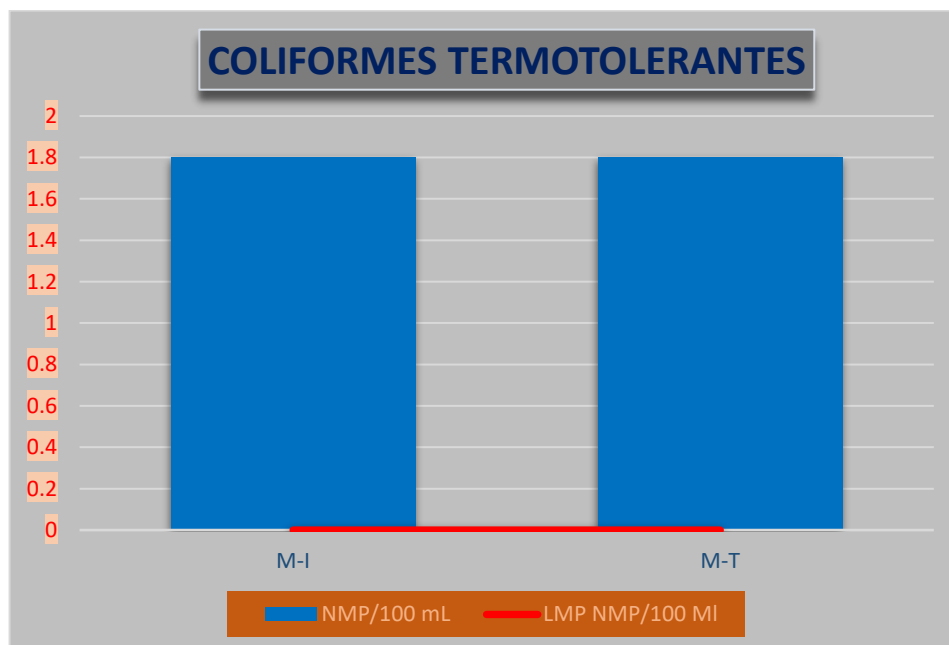


Tabla 30

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Coliformes Totales

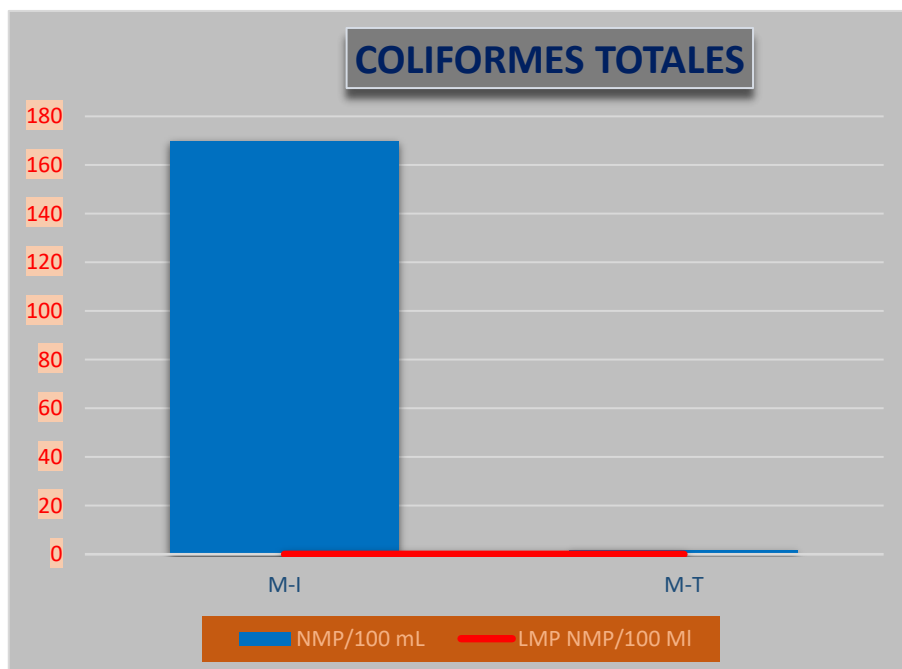
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	LMP
Coliformes totales	NMP/100 mL	170	< 1,8	0

Nota: concentración de coliformes totales

Se observa que Coliformes totales no cumplen con los LMP con un valor inicial de 170 NMP/100 mL y después del tratamiento mediante la osmosis inversa los valores se reducen a < 1,8 NMP/100 mL desempeñando con lo determinado por el estándar, al igual que se puede estimar en la siguiente figura.

Figura 30

Comparación de resultados antes y después del tratamiento – Coliformes TOTALES con los LMP



Nota: la presente figura nos indica que la osmosis inversa es una técnica que si se puede aplicar para la disminución de los microbios coliformes totales y así cumplir con la normatividad y hacer que las aguas acuíferas sean idóneas para la ingesta humana.

Prueba de hipótesis

H0: Los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV, después del tratamiento con osmosis inversa, no la hacen apta para consumo humano

Ha: Los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV, después del tratamiento con osmosis inversa, la hacen apta para consumo humano

Figura 31

Frecuencia de los parámetros físico químicos por comparación con los LMP

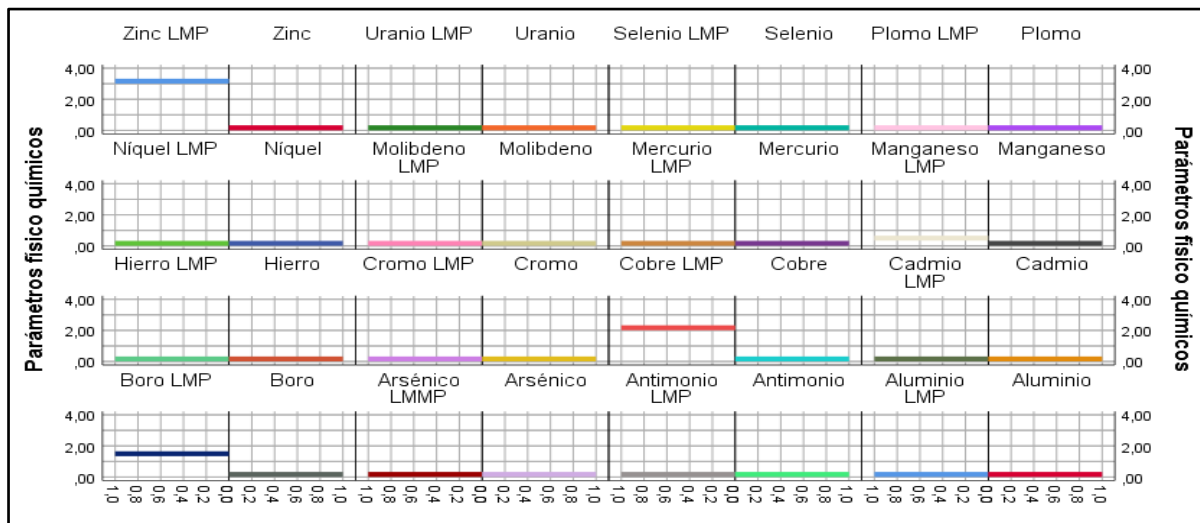


Figura 32

Prueba de muestras emparejadas, parámetros físico químicos - LMP

	Diferencias emparejadas							
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Par 1 Parámetros físico químicos - Con tratamiento	8.476	4.742	1.186	5.949	11.003	7,149	15	0,000
Par 2 Parámetros físico químicos - LMP	8.024	4.712	1.178	5.514	10.535	6,813	15	0,000

La tabla 32, muestra los hallazgos de la prueba de muestras emparejadas señalan que el tratamiento de ósmosis inversa aplicado al agua subterránea es efectivo para que el agua sea segura para beber. Los valores p obtenidos para las diferencias entre las propiedades físico-químicas del agua tratada y los LMP son significativamente menores que 0.05, con valores p de 0.000 en ambos casos. Esto

demuestra que las diferencias observadas son estadísticamente significativas. Además, los rangos de confianza del 95% para las diferencias no incluyen cero, lo que refuerza la evidencia de que las reducciones en los parámetros físico-químicos son sustanciales y consistentemente significativas. En consecuencia, se rechaza la H0 que afirmaba que el tratamiento no lograría cumplir con los estándares de potabilidad, aceptando así la hipótesis alternativa. En conclusión, el tratamiento de ósmosis inversa ha sido eficaz en la mejora del estado del agua, adecuado para consumo humano en base a los parámetros examinados.

H0: El agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV, a pesar de la osmosis inversa, presenta niveles microbiológicos que la hacen segura para consumo humano.

H1: El agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV, a pesar de la osmosis inversa, presenta niveles microbiológicos que la hacen insegura para consumo humano

Figura 33

Frecuencia de los parámetros físicoquímicos por comparación con los LMP

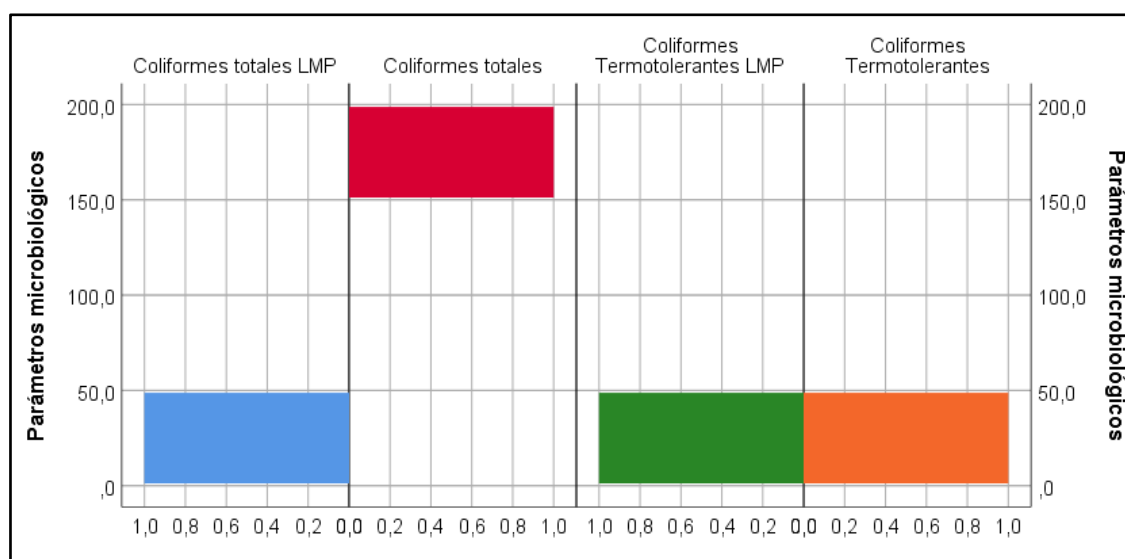


Figura 34*Prueba de muestras emparejadas, parámetros microbiológicos - LMP*

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Parámetros microbiológicos - Con tratamiento	-0,300	00,707	0,500	-6,653	6,053	-0,600	1	0,656
Par 2 Parámetros microbiológicos - LMP	1,500	0,707	0,500	-4,853	7,853	3,000	1	0,205

Las pruebas de muestras emparejadas, según la tabla 34, no evidencian una diferencia significativa en los parámetros microbiológicos del agua tratada con ósmosis inversa en comparación con los LMP. Para el primer par, la media de las diferencias es -0.30000 con un intervalo de confianza del 95% que va de -6.65310 a 6.05310, un valor t de -0.600 y un valor p de 0.656, esto manifiesta que la diferencia no es significativa. Para el segundo par, la media de las diferencias es 1.50000 con un intervalo de confianza del 95% que va de -4.85310 a 7.85310, un valor t de 3.000 y un valor p de 0.205, lo que confirma que los datos no muestran una diferencia estadísticamente significativa. Los valores p son mayores que 0.05, por lo que no se rechaza la H₀. Esto implica que, según los parámetros microbiológicos, la ósmosis inversa no muestra una mejora significativa y no se puede concluir que el agua sea apta para consumo humano basándose en estos resultados.



4.2. Discusiones

Guevara en el 2022 se plantea como objetivo "Evaluar la efectividad de los sistemas de agua de calidad en la eliminación de arsénico en H₂O acuíferas del caserío Las Juntas Pacora, Lambayeque. Los muestreos del agua acuífera y del H₂O procesada mediante ósmosis inversa fueron enviadas al Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca. Las derivaciones demostraron una alta efectividad de los sistemas de agua de calidad en el procesamiento del H₂O, reduciendo el arsénico de 0.018 mg/L a 0.0049 mg/L, lo que implica una eficiencia del 72.78%. Con estas particularidades, el agua sería adecuada para el consumo. Al igual que Guevara, nuestra investigación sobre ósmosis inversa redujo las reuniones de arsénico de 0.18035 mg/L a 0.02271 mg/L, lo que indica una capacidad de eliminación del 98.50%, haciendo el H₂O idónea para la ingesta.

El informe de Ramos (2021). El propósito fue contrastar los LMA definidos en el DS 031-2010-SA, verificando que los paralelismos de los indicadores microbiológico, fisicoquímico y de metales en el agua derivada tras el proceso resultaron apropiados, así mismo en nuestro estudio se puede ver que las medidas químicas desempeñan con los lmp determinados ulteriormente del procesamiento de osmosis inversa, por otro parte las medidas microbiológicas no llegan a cumplir los lmp establecidos.

Larico (2021) su propósito fue eliminar arsénico y manganeso de H₂O de pozo para originar H₂O dulce de alta calidad mediante ósmosis inversa. En la evaluación conclusiva del procesamiento para ambas tipologías de H₂O, se hallaron reunión de manganeso de 0.0007 mg/L y arsénico de 0.0002 mg/L en el H₂O preprocesada por ósmosis inversa, mientras que en el agua cruda tratada se



anotaron reunión de manganeso de 0.0009 mg/L y arsénico de 0.0003 mg/L; de igual manera, en nuestra investigación se logra analizar de agua sin tratamiento la cantidad de manganeso 0,04643 mg/l y arsénico de 0.18035 mg/l y en H₂O osmotizada un valor de 0.00271 mg/l de arsénico y un valor 0,01653 mg/l de manganeso. Concluyendo que el agua de calidad es una tecnología que admite la reducción de metales en estudio



CONCLUSIONES

1. Se puede ultimar que, las reuniones de las medidas fisicoquímicos son ($T=14.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=7.7$, $\text{STD}=250\text{mg/l}$, $\text{Cloruros}=9.3\text{ mg/l}$, $\text{Endurecimiento total}=540\text{ mg/l}$, $\text{Arsénico}=0.18035\text{ mg/l}$) y microbiológicos (coliformes totales $170\text{ NMP}/100\text{ml}$) resultados más resaltantes de aguas acuífera de la FICP de la UANCV.
2. Se determina que la calidad del agua tiene un impacto significativo en la calidad de los parámetros fisicoquímicos del H_2O acuífera de la FICP de la UANCV están en relación a una eficiencia de, 99.84% en la remoción de los STD, un 35.09% en la remoción de la dureza total, un 79.30% en la remoción de los cloruros y en referencia a metales un 98.50% en la remoción del arsénico.
3. Concluimos que en referencia a la influencia de la osmosis inversa en las medidas microbiológicas específicamente en los coliformes totales de no cumplir con los LMP con un valor inicial de $170\text{ NMP}/100\text{ mL}$ y después del tratamiento mediante la osmosis inversa los valores se reducen a $< 1,8\text{ NMP}/100\text{ mL}$ desempeñando con lo establecido por la normativa.
4. Basándonos en las derivaciones logradas en el estudio ejecutado, podemos concluir que el agua de calidad es una tecnología apropiada para la depuración del H_2O acuífera en la FICP de la UANCV.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar un filtro de arena antes de llegar al tratamiento de osmosis inversa para así disminuir la carga contaminante que ingresara al equipo de osmosis inversa.
2. Se recomienda a realizar más investigaciones en referencia a este tema teniendo en cuenta los tiempos de funcionamiento del equipo y variando los parámetros de operación del mecanismo de osmosis inversa.
3. Se recomienda realizar los procesamientos con aguas con más carga de contaminantes la real capacidad de estos tipos de equipos de osmosis inversa.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Campos Solorzano, F. (2021). *Evaluación de la potabilidad del agua purificada por ósmosis inversa en instituciones educativas, Manantay, Coronel Portillo, Ucayali*. Perú: Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de <https://shre.ink/gO6r>
- Delgado, Y. E., & Diaz, E. (2018). *Efecto del flujo volumetrico y variacion de*. Universidad de Lambayeque.
- DIGESA. (2015). *Protocolo de muestreo y preservación de muestras*,. Dirección General de Salud Ambiental. doi: <https://shre.ink/gO6s>
- Hernández Delgado, J. E. (2020). *Evaluación de la eficiencia del tratamiento de aguas depuradas mineras mediante osmosis inversa*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://n9.cl/gvyhc>
- Hernández García, M. E., & Custodio, E. (2004). *Intrinsic baseline characteristics of groundwater in the Madrid Tertiary Detrital Aquifer*. España.
- Larico Rodriguez, M. T. (2021). *Tratamiento de agua de pozo en Cocachacra-Islay para la eliminación de arsénico, manganeso y dureza mediante ósmosis inversa, con el fin de producir agua potable*. Arequipa - Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Loconi Cerquera, O. R., & Saldaña Castillo, L. R. (2021). *Análisis de los niveles de PM2.5, PM10, CO, SO2, NO2 y ruido con los estándares de calidad del aire para evaluar su cumplimiento, en calera juan de Dios I*. Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/28998>



- OMS. (2011). *Documento para el desarrollo de las Guías de la OMS para. ORGANIZACION MUNDAL DE LA SALUD, Guías para la calidad del agua de consumo humano, cuarta edición.*
- ONU. (2020). *Desafíos globales del agua.* Organización de la Naciones Unidas.
- ONU, P. d. (2010). Campaña de agua: promoción y comunicación en el contexto del Decenio. *El derecho humano al agua y al saneamiento.*
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). . *Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas - Acuíferos.* Lima: Sociedad Geográfica de Lima. doi: <https://shre.ink/gO6l>
- Podgorski, J., & Berg, M. (2020). *Worldwide risk of arsenic contamination in groundwater* Revista Science.
- Salazar Barranco, A. (2018). *El agua subterránea y su importancia socioambienta.* Universitarios Potosinos.
- Shah, C. (2017). *What specific physical, compound, and biologic properties of water are crucial for determining its quality?* ResearchGate. <https://shre.ink/gOYE>
- Solier Reynoso, W. (2021). *“Mejora de la calidad del agua subterránea para consumo humano en la estación de servicios Pachacamac S.A.C. mediante osmosis inversa.* Villa El Salvador: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Trujillo Romero, O. E. (2019). *Tratamiento de lixiviados del relleno sanitario "Los Corazones" en Valledupar mediante osmosis inversa.* Colombia: Universidad de Manizales. <https://shre.ink/gO6n>



ANEXOS



Anexo 1: Matriz de consistencia

Título: OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
GENERAL: ¿Cual es la calidad fisicoquimica y microbiologica del agua subterranea de consumo humano despues de la osmosis inversa en aguas de la facultad de ingenieria y ciencias puras de la UANCV juliaca 2024?	GENERAL: Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea de consumo humano después de la osmosis inversa en aguas de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV Juliaca 2024.	GENERAL: El tratamiento del agua subterranea en aguas de la facultad de ingenieria y ciencias puras empleando la osmosis inversa es apta para consumo en referencia a los parametros fisicoquimicos y microbiologicos	Osmosis inversa	Condiciones de operación de la osmosis inversa	Potencia de la voltaje	C -
ESPECIFICO: ¿Cual es la concentracion que tendran los parametros fisicoquimicos y microbiologicos	ESPECIFICO: Determinar la concentración que tendrán los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	ESPECIFICO: El agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV	Calidad del agua	Concentración de parámetros fisicoquímicos	Temperatura pH STD Dureza total Cloruros Arsénico	mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l



del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV?	del agua subterránea de la facultad de ingeniería y ciencias puras de la UANCV	presenta una concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que la hacen no apta para consumo humano	Concentración de parámetros microbiológicos	<table border="0"> <tr><td>Bario</td><td>mg/l</td></tr> <tr><td>Boro</td><td>mg/l</td></tr> <tr><td>Calcio</td><td>mg/l</td></tr> <tr><td>Magnesio</td><td>mg/l</td></tr> <tr><td>manganeso</td><td>mg/l</td></tr> <tr><td>Potasio</td><td>mg/l</td></tr> <tr><td>silicio</td><td></td></tr> <tr><td>sodio</td><td>NMP/100 mL.</td></tr> <tr><td>Coliformes termotolerantes</td><td></td></tr> </table>	Bario	mg/l	Boro	mg/l	Calcio	mg/l	Magnesio	mg/l	manganeso	mg/l	Potasio	mg/l	silicio		sodio	NMP/100 mL.	Coliformes termotolerantes	
Bario	mg/l																					
Boro	mg/l																					
Calcio	mg/l																					
Magnesio	mg/l																					
manganeso	mg/l																					
Potasio	mg/l																					
silicio																						
sodio	NMP/100 mL.																					
Coliformes termotolerantes																						



Anexo 2. Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 2-02117/24

Página 1/4

DATOS DEL CLIENTE	
Cliente	: KAREN KELLY QUISPE QUISPE
Domicilio legal	: JR. DEUSTUA 522 - PUNO - PUNO - PUNO
Solicitado por	: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL Y VENTA DE MATERIALES EQUIPOS E INSUMOS QUÍMICOS EMPRESA I
DATOS DE LA MUESTRA	
Producto declarado ^(A)	: AGUA SUBTERRÁNEA
Lugar de Muestreo	: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR C. V. – JULIACA -
Fecha de Muestreo	: 2024-07-31
Procedencia	: Muestra proporcionada por el solicitante
Cantidad recibida	: 02 muestras x 0,5 Litros
Presentación y condición de recepción	: En Frasco de Plástico, Cerrado, Refrigerado Y Preservado
Identificación y descripción ^(A)	: Según se indica
Fecha de recepción	: 2024-08-01
Fecha de inicio del ensayo	: 2024-08-01
Fecha de término del ensayo	: 2024-08-05
Ensayo realizado en	: Laboratorio Ambiental Arequipa / Microbiología Arequipa
Identificado con	: EXMA-10612-2024
Validez del documento	: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Proyecto:				
Puntos de muestreo ^(A)	Coordenadas UTM WGS 84 ^(A)		Descripción de la Estación de Monitoreo	Observaciones
	ESTE	NORTE		
M-I	3800118,5	8282291,050	---	---
M-T	3800118,5	8282291,050	---	---

^(A) Datos proporcionados por el solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el solicitante pueda afectar la validez de los resultados

"Este documento sin firma digital carece de validez"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T: (051) 325533

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
T: (051) 310 0000

" EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 2-02117/24

Página 2/4

RESULTADOS

Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Estación de Muestreo	M-I	M-T
			Fecha y Hora de Muestreo	2024-07-31 12:10	2024-07-31 12:10
			Tipo de Muestra	Agua Natural Subterránea	Agua Natural Subterránea
Parámetros Microbiológicos					
Coliformes Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	< 1,8	
Coliformes Totales (NMP)	1,8	NMP/100 mL	170	< 1,8	
Metales Totales por ICP-MS					
Aluminio (Al)	0,003	mg/L	<0,003	<0,003	
Antimonio (Sb)	0,00007	mg/L	<0,00007	<0,00007	
Arsénico (As)	0,00003	mg/L	0,18035	0,00271	
Bario (Ba)	0,00007	mg/L	0,02604	0,00993	
Berilio (Be)	0,00001	mg/L	<0,00001	<0,00001	
Bismuto (Bi)	0,00005	mg/L	<0,00005	<0,00005	
Boro (B)	0,002	mg/L	0,436	0,080	
Cadmio (Cd)	0,00005	mg/L	<0,00005	<0,00005	
Calcio (Ca)	0,02	mg/L	52,2	3,61	
Cobalto (Co)	0,00004	mg/L	<0,00004	<0,00004	
Cobre (Cu)	0,00004	mg/L	0,00189	0,01317	
Cromo (Cr)	0,0003	mg/L	<0,0003	<0,0003	
Estaño (Sn)	0,00003	mg/L	<0,00003	<0,00003	
Estroncio (Sr)	0,00005	mg/L	0,76065	0,04578	
Fósforo (P)	0,02	mg/L	<0,02	<0,02	
Hierro (Fe)	0,00009	mg/L	0,01846	0,02284	
Litio (Li)	0,00005	mg/L	0,04283	0,00566	
Magnesio (Mg)	0,002	mg/L	14,7	1,51	
Manganeso (Mn)	0,00006	mg/L	0,04643	0,01653	
Mercurio (Hg)	0,000003	mg/L	<0,000003	<0,000003	
Molibdeno (Mo)	0,00004	mg/L	0,00973	<0,00004	
Níquel (Ni)	0,00002	mg/L	0,00046	0,00729	
Plata (Ag)	0,00004	mg/L	<0,00004	<0,00004	
Plomo (Pb)	0,00004	mg/L	<0,00004	0,00702	
Potasio (K)	0,02	mg/L	14,8	7,77	
Selenio (Se)	0,00006	mg/L	0,00232	0,00177	
Silicio (Si)	0,05	mg/L	21,2	4,09	
Sodio (Na)	0,003	mg/L	131	8,98	
Talio (Tl)	0,00003	mg/L	<0,00003	<0,00003	
Teluro (Te)	0,00006	mg/L	<0,00006	<0,00006	
Titanio (Ti)	0,0001	mg/L	<0,0001	<0,0001	
Uranio (U)	0,00004	mg/L	0,00656	<0,00004	
Vanadio (V)	0,00003	mg/L	0,01859	<0,00003	
Wolframio (W)	0,00004	mg/L	<0,00004	<0,00004	
Zinc (Zn)	0,00004	mg/L	0,01247	0,23174	

"Este documento sin firma digital carece de validez"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
T. (511) 319 9000

DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 2-02117/24

Página 3/4

CONTROLES DE CALIDAD

Metales por ICP-MS

Ensayos	BM < Límite Detección	LFB	Criterio de aceptación	LFM	LFMD	RPD	Criterio de aceptación
Aluminio (Al)	<0,003	95,5%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Antimonio (Sb)	<0,00007	103%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Arsénico (As)	<0,00003	101%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Bario (Ba)	<0,00007	98,1%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Berilio (Be)	<0,00001	101%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Bismuto (Bi)	<0,00005	95,9%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Boro (B)	<0,002	98,1%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Cadmio (Cd)	<0,00005	104%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Calcio (Ca)	<0,02	98,7%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Cobalto (Co)	<0,00004	101%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Cobre (Cu)	<0,00004	100%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Cromo (Cr)	<0,0003	99,6%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Estaño (Sn)	<0,00003	104%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Estroncio (Sr)	<0,00005	95,8%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Fosforo (P)	<0,02	99,7%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Hierro (Fe)	<0,00009	98,3%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Litio (Li)	<0,00005	97,6%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Magnesio (Mg)	<0,002	101%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Manganeso (Mn)	<0,00006	98,6%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Mercurio (Hg)	<0,000003	103%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Molibdeno (Mo)	<0,00004	101%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Níquel (Ni)	<0,00002	99,5%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Plata (Ag)	<0,00004	103%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Plomo (Pb)	<0,00004	96,2%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Potasio (K)	<0,02	101%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Selenio (Se)	<0,00006	100%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Silicio (Si)	<0,05	98,4%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Sodio (Na)	<0,003	107%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Talio (Tl)	<0,00003	96,2%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Telurio (Te)	<0,00006	103%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Titanio (Ti)	<0,00001	97,0%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Uranio (U)	<0,00004	94,0%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Vanadio (V)	<0,00003	100%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Wolframio (W)	<0,00004	101%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%
Zinc (Zn)	<0,00004	100%	80-130%	N. A	N. A	N. A	≤ 20%

BM: Blanco del Método
LFB: Blanco Fortificado de Laboratorio
LFM: Matriz Fortificada de Laboratorio.
LFMD: Duplicado de Matriz Fortificada de Laboratorio
% RPD: Diferencia Porcentual Relativa

"Este documento sin firma digital carece de validez"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
T. (511) 319 9000

" EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



Anexo 3. D.S.031-2010-SA

ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
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.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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



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	mg L^{-1}	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-1} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoniaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeso	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad



ANEXO III

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015



Anexo 4: Resultados de laboratorio



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

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LC 087 – 24

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Grace Nayely Vargas Berrios
1.2. **Proyecto** : OSMOSIS INVERSA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROVENIENTES DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ JULIACA 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
2.2. **Numero de muestras** : 04
2.3. **Muestreado por** : Grace Nayely Vargas Berrios
2.4. **Fecha de ensayo** : 01/08/2024
2.5. **Departamento** : Puno
2.6. **Provincia** : San Román
2.7. **Distrito** : Juliaca
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Ubicación	Fecha de muestreo	Hora
T - 1	E: 380117.93 N: 8282287.07	01/08/2024	8:15
T - 2	E: 380117.93 N: 8282287.07	01/08/2024	8:30
T - 3	E: 380117.93 N: 8282287.07	01/08/2024	8:45
T - 4	E: 380117.93 N: 8282287.07	01/08/2024	9:00



III. RESULTADOS

Parámetro	Unidad	T - 1	T - 2	T - 3	T - 4
Temperatura	°C	14.4	14.2	14.5	14.2
Potencial de hidrogeno	-	7.3	7.5	7.4	7.3
Solidos totales disueltos	mg/L	0.2	0.4	0.6	0.4
Dureza total	mg/L	345	372	358	327
Cloruros	mg/L	2.3	1.6	1.8	2.0
Arsénico	mg/L	0.00271	0.00268	0.00265	0.00270
Bario	mg/L	0.00993	0.00988	0.00985	0.00987
Boro	mg/L	0.080	0.076	0.078	0.082
Calcio	mg/L	3.61	3.56	3.67	3.58
Magnesio	mg/L	1.51	1.48	1.54	1.50
Manganeso	mg/L	0.01653	0.01650	0.01648	0.01652
Potasio	mg/L	7.77	7.74	7.73	7.75
Silicio	mg/L	4.09	4.03	4.07	4.08
Sodio	mg/L	8.98	8.95	8.96	8.95

IV. MÉTODO DE ENSAYO

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

Juliaca, 12 de agosto del 2024


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



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 05/12/2024

1. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°, Teléfono, email, Facultad y/o Escuela de Posgrado, Escuela Profesional o Mención, Título o Grado Académico a optar, Asesor, and a section for work type and title.



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

05 DE DICIEMBRE DEL 2024

Fecha

