



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



**INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN
DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL
DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ERICK ROEL CAHUA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN
DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL
DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ERICK ROEL CAHUA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 629-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 8261 presentado por el (la) Bachiller: **ERICK ROEL CAHUA QUISPE** 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. **ERICK ROEL CAHUA QUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

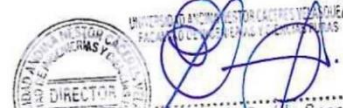
ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ERICK ROEL CAHUA QUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 19 de julio del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.





RESOLUCIÓN DECANAL N° 283-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 4068 presentado por el señor (a) ERICK ROEL CAHUA QUISPE quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 317 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 14 - 2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: ERICK ROEL CAHUA QUISPE, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 14 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO 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 o (la) Bachiller: ERICK ROEL CAHUA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

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



 Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
 DECANO
 C.P. 43700



 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 013-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-02451, presentado por el señor (a) ERICK ROEL CAHUA QUISPE solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 057-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 006-2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: ERICK ROEL CAHUA QUISPE ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 006-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: ERICK ROEL CAHUA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO 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.



[Signature]
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



[Signature]
Dr. Efraín Parillo Soza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DETERMINACIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

16 %

FUENTES DE INTERNET

2 %

PUBLICACIONES

15 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	12 %
----------	---	-------------

2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	4 %
----------	---	------------

3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
----------	--	------------

4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
----------	---	------------

5	www.tesis.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
----------	---	----------------

6	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
----------	---	----------------

7	Submitted to October University for Modern Sciences and Arts (MSA) Trabajo del estudiante	<1 %
----------	---	----------------


8	repositorio.unifsc.edu.pe	
----------	----------------------------------	--



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ERICK ROEL CAHUA QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70364173
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-2580-3197
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	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01323821
Datos de investigación	
Línea de investigación	SANEAMIENTO AMBIENTAL-P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Edificio: Distrito de Acora</p> <p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Acora</p> <p>Latitud: -15.97377 Longitud: -69.78265</p> <p>https://maps.app.goo.gl/jBuZXQRfdyZf6cDx6</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – Mayo 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniero Sanitario y Ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS

Dr. Efraim Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ERICK ROEL CAHUA QUISPE, identificado con DNI Nro. 70364173, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

“ INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DE ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO ”

Asesorado por: Mgtr. ARIVALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 30 de JULIO del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios, por concederme la existencia y darme el apoyo para alcanzar mis metas; a mi familia por ser un pilar fundamental en mi vida y concederme todo el amor y el apoyo incondicional



AGRADECIMIENTO

Expreso un profundo agradecimiento a dios y a mis familiares por haberme brindado el apoyo necesario para concluir con esta etapa de mi vida y poder servir en bien a la sociedad; agradecer también a mi padre y madre, quienes celebran y me apoyan en cada uno de mis éxitos.

Agradezco a la UANCV, a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, por darme la oportunidad de crecer profesionalmente.



INDICE

INDICEi

ÍNDICE DE TABLAS iv

ÍNDICE DE FIGURAS v

RESUMEN vi

ABSTRACT vii

INTRODUCCIÓN viii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA 1

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

 1.2.1. Problema general o pregunta general 2

 1.2.2. Problemas específicos o preguntas específicas 2

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 2

 1.3.1. Objetivo general 2

 1.3.2. Objetivos específicos 2

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO 3

1.5. HIPÓTESIS 3

 1.5.1. Hipótesis general 3

 1.5.2. Hipótesis específicas 3

1.6. VARIABLES 4

 1.6.1 Variable dependiente 4

 1.6.2 Variable independiente 4

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 5



2.1.1. Antecedente Internacional	5
2.1.2. Antecedente Nacional	6
2.1.3. Antecedente Local	8
2.2. BASES TEÓRICAS	10
2.2.1. Aguas Subterráneas	10
2.2.2. Contaminación de agua por metales	10
2.2.3. Arsénico	11
2.2.4. Química del Arsénico	11
2.2.5. Arsénico en el ambiente.....	13
2.2.6. Toxicidad del Arsénico	15
2.2.7. Adsorción	16
2.2.8. Coagulación y Floculación	16
2.2.9. Mecanismos de coagulación y floculación	17
2.2.10. Cloruro Férrico	18
2.2.11. Remoción de Arsénico en agua	19
2.2.12. Enfermedades relacionadas a la contaminación del agua	20
2.2.13. Pozos	20
2.2.14. Prueba de jarras	21
2.3. MARCO CONCEPTUAL	22
2.3.1. Dosis óptima	22
2.3.2. Adsorción:	22
2.3.3. Espectrofotometría.....	22
2.3.4. Prueba de jarras	23
2.3.5. Límite Máximo Permissible (LMP):	23

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	24
----------------------------------	----



3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN..... 24

3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO 24

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN 25

 3.4.1. Materiales y equipos 26

3.5. LUGAR DE ESTUDIO 27

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA 28

3.7. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO 28

 3.7.1. Procedimiento metodológico para el primer objetivo: Determinar la concentración de arsénico que tendrán las aguas subterráneas del distrito de Acora 28

 3.7.2. Procedimiento metodológico para el segundo objetivo: Determinar la influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora. 30

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DEL ARSÉNICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA..... 33

4.2. DISCUSIONES 42

CONCLUSIONES 43

RECOMENDACIONES 44

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 45

ANEXOS 48



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.	4
Tabla 2: Ubicación del punto de muestreo en el distrito de Acora	27
Tabla 3: Fecha y hora del punto de muestreo en el distrito de Acora	29
Tabla 4: Dosificaciones del cloruro férrico.	31
Tabla 5: Datos del test de prueba de jarra	32
Tabla 6: resultados de la concentración del arsénico.	33
Tabla 7: Concentración del arsénico comparado con los LMP del D.S. 031-2010-SA.	35
Tabla 8: Concentración del arsénico vs el LMP del D.S. 031-2010-SA.	37



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del arsénico en la tabla periódica.	12
Figura 2: Aspectos alotrópicos del Arsénico y sus formas: gris, amarillo y negro.	13
Figura 3: Esquematización del ciclo del arsénico en el medio ambiente	14
Figura 4: Puntos de muestreo de las aguas subterráneas del distrito de Acora	27
Figura 5: Prueba de jarras en laboratorio de calidad ambiental	31
Figura 6: Resultados de arsénico en aguas subterráneas del punto 1 del distrito de Acora vs los LMP del D.S. 031-2010-SA.....	34
Figura 7: Concentración de arsénico en los distintos tratamientos	36
Figura 8: Concentración de arsénico en los distintos tratamientos repetición.	38



RESUMEN

El análisis tuvo lugar en el distrito de Acora, Región Puno, Por tanto, este estudio posee como finalidad determinar la influencia de cloruro férrico en la disminución de arsénicos de aguas acuíferas de Acora. El método en este estudio se concentra en un abordaje numérico de naturaleza experimentales, en el que se operó un punto de agua acuíferas en el distrito de Acora con coordenadas E:415076.00 N:8233611, se utilizó el método de coagulaciones y floculaciones, para el procesamiento se empleó el equipo de pruebas de jarras, se emplearon las siguientes dosis (T5 - 40 ml, T4 - 35 ml, T3 - 30 ml, T2 - 25 ml y T1 - 20 ml) de cloruro férrico; se empleó la mezcla vertiginosa a una prontitud de 150 rpm de 2 min, conmoción tarda a una prontitud de 80 rpm de 15 min y sedimentaciones por un período de 30 min. Antes de ello se consiguió como resultado primero (muestra sin procesamiento) 0.595mg/L de reunión de arsénico, asimismo posteriormente del procesamiento con 5 dosis distintas de cloruro férrico con una repetición por cada procesamiento se obtuvo la cantidad optima en el procesamiento 3 (T3 - 30 mg/L), con una remoción de arsénico de 84.03 %.

Palabras Claves: dosis optima, arsénico, aguas subterráneas y cloruro férrico.



ABSTRACT

The analysis took place in the district of Acora, Puno Region. Therefore, the purpose of this study is to determine the influence of ferric chloride in the decrease of arsenic in the aquiferous water of Acora. The method in this study focuses on a numerical approach of an experimental nature, in which an aquifer water point was operated in the district of Acora with coordinates E:415076. 00 N:8233611, the method of coagulations and flocculations was used, for processing the jar test equipment was used, the following doses (T5 - 40 ml, T4 - 35 ml, T3 - 30 ml, T2 - 25 ml and T1 - 20 ml) of ferric chloride were used; vertiginous mixing was used at a rapidity of 150 rpm of 2 min, late commotion at a rapidity of 80 rpm of 15 min and sedimentations for a period of 30 min. Before that, the first result (sample without processing) was 0.595 mg/L of arsenic meeting, also after processing with 5 different doses of ferric chloride with one repetition for each processing, the optimum amount was obtained in the processing 3 (T3 - 30 mg/L), with an arsenic removal of 84.03

Keywords: optimal dose, arsenic, groundwater and ferric chloride.



INTRODUCCIÓN

En el distrito de Acora, que tiene 28,679 residentes, la primordial diligencia económica es la ganadería. La mayoría de los habitantes utiliza el agua acuífera como su recurso hídrico primordial, consumiéndola directamente sin aplicar procesamiento alguno. La polución del subsuelo con arsénico (As) representa un desafío mundial, afectando negativamente a los organismos acuáticos y siendo cancerígena. Las fuentes primordiales de agua dulce para ingesta humana proceden del acuífero.

La polución del agua acuífera con arsénico (As) constituye primariamente un problema de salubridad pública y ambiental de magnitud mundial. (Huang, Chen, Liu, Sun, & Wang, 2014)

La existencia del arsénico como componente en el H₂O es extremadamente preocupante. Investigaciones han determinado que este metal solido se encuentra en diversas regiones de Perú, incluyendo Arequipa, Tacna, Puno y Tarma, con concentraciones que superan los 0.0566 mg/L, excediendo el confín de 0.01 mg/L determinado por la normativa nacional sobre condición del agua. (D.S.N°031-2010-SA.)

En Perú, se han efectuado estudios para medir las reuniones de arsénico en aguas acuíferas y superficiales, encontrando que estos valores exceden los límites establecidos por la legislación actual. (Infante Fernández & Sosa Palomino, 1994)

El análisis se parte en las siguientes secciones: CAPÍTULO I: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA. Aquí se examina las dificultades a nivel global, local y nacional. Se muestran los interrogantes clave y se precisan las finalidades a tocarse a lo largo del análisis. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. Esta parte muestra los



antecedentes de este estudio, adelantando el adeudo ejecutado anticipadamente en argumentos vinculados. Asimismo, se topan las fundamentaciones hipotéticas que sustentan los principios clave y se instituye un esquema conceptual precisando las cláusulas esenciales para el estudio.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN. Asimismo, se expone el tipo y el diseño de estudio, las técnicas y herramientas esgrimidas, tal como la muestra y la población. Se describe el procedimiento de estudio conforme con las finalidades dispuestos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN. Esta parte muestra las contestaciones a las interrogaciones trazadas en coherencia con las finalidades, utilizando gráficos y tablas creadas. Al mismo tiempo, se ejecuta un análisis de los asuntos examinados con anterioridad.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En todo el país, la condición del agua para la consumición humana son una cuestión de suma importancia para los ciudadanos. Con el avance del tiempo y la aparición de nuevas tecnologías, se vuelve crucial llevar a cabo investigaciones que permitan encontrar métodos de procesamiento más eficaces; además, el consumo humano de aguas que no han sido procesadas correctamente puede provocar enfermedades tales como diarreas, fiebre tifoidea, el cólera, hepatitis A, enteritis y poliomielitis. Si hay una deficiencia en los servicios de suministro de H₂O y saneamientos, o si estos son escasos o se administran de forma inadecuada, la salubridad pública podría estar en peligro. (OMS, 2022).

Hoy en día, en el distrito de Acora, el agua acuífera se ha convertido en una importante fuente adicional de agua, aunque esta contiene arsénico y muestra altos niveles de metales. A nivel global, las enfermedades transmitidas por el agua son una causa formidable de mortalidad y morbilidad. (OMS, 2006).



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general o pregunta general

¿Cuál será la influencia del cloruro férrico en la disminución del arsénico en aguas subterráneas del distrito de acora región puno?

1.2.2. Problemas específicos o preguntas específicas

- ¿Qué concentración de arsénico tendrán las aguas subterráneas del distrito de Acora?
- ¿Cuál será la influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del cloruro férrico en la disminución del arsénico en aguas subterráneas del distrito de acora región puno

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de arsénico que tendrán las aguas subterráneas del distrito de Acora
- Determinar la influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora.



1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En el ámbito oriunda, a causa de la falta de H₂O dulce, los habitantes acuden a demás provisiones, como las aguas acuíferas (pozos), como opción para la ingesta y usanza en sus moradas.

Este estudio se realiza con el objetivo de presentar nuevos métodos alternativos que contribuyan a resolver las problemáticas relacionadas con el uso de aguas acuíferas para ingesta humana.

La información recopilada en este estudio podrá ser probada y llevada a cabo por los mandos pertinentes, lo que mejorará la calidad del H₂O y, en consecuencia, la condición higiénica del recurso hídrico para la urbe de Juliaca. Este estudio asimismo es relevante porque se esgrime un subproducto, como el cloruro férrico, que se halla en todas partes y es un recurso asequible.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

La influencia del cloruro férrico en la disminución del arsénico en aguas subterráneas del distrito de acora será significativa.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La concentración de arsénico en las aguas subterráneas del distrito de Acora sobre pasan la Normatividad.
- La influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora será significativa.



1.6. VARIABLES

1.6.1 Variable dependiente

Disminución de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora

1.6.2 Variable independiente

- Cloruro férrico

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1: Operacionalización de variables.

Variables	Dimensión de análisis	de Indicador	Índice
Variable Dependiente			
Disminución de arsénico en aguas acuíferas del distrito de Acora	Concentraciones de parámetros	Arsénico	Mg/L
		pH	Valor de ph
		Temperatura	°C
Variable Independiente			
Cloruro férrico	Coagulación – flocculación	Dosis	ml
		Agitación	RPM
		Tiempo	Min.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1. *Antecedente Internacional*

Aguilar (2005) en su estudio denominada "REMOCIÓN DE ARSÉNICO EN AGUAS ACUÍFERAS DE LA COMARCA LAGUNERA" La finalidad de este proyecto fue crear tecnología accesible y autónoma para la purificación de agua, capaz de eliminar el arsénico naturalmente presente en las aguas acuíferas esgrimidas para el suministro de agua dulce en la Comarca Lagunera, a nivel municipal. La conclusión del estudio fue que es factible aplicar una tecnología económica, en términos de instalación y mantenimiento, para excluir el arsénico del H₂O extraída de pozos. Esta tecnología se efectúa esgrimiendo sales de hierro, especialmente los cloruros férricos. Otras sales como el sulfato ferroso y los sulfatos férrico no ofrecen una eliminación significativa. El cloruro férrico es asequible, factible de manipular, aplicar y está ampliamente disponible en el mercado a través de diversos proveedores. Los resultados indican que la cantidad necesaria para remover suficiente arsénico y alcanzar una reunión final por debajo del estándar permitido, 0.020 mg/L, es efectiva; en

la muestra El porvenir la cantidad de cloruro férrico es de 22.63 mg/L para una remoción de 92.42%, en la muestra de Ej, Virginias la cantidad de cloruro férrico es de 11.18 mg/L para una remoción de 89.01% y por último en la muestra Caballo blanco la cantidad de cloruro férrico es de 3.00 mg/L para una remoción de 60%.

Gan et al. (2014) en su estudio, se identificaron aguas acuíferas con altos paralelismos de arsénico en pozos situados a profundidades de 10,0 a 45,0 m en el recorrido de afluentes. El análisis se centró en la composición química del H₂O acuíferas y la existencia de arsénico en la llanura de Jianghan, en el centro de China. Se determinó que el arsénico estaba primariamente distribuido en aguas acuíferas entre los afluentes Tongshun y Dongjing, con la reunión total de arsénico en soluciones mostrando una variabilidad. Efectivamente, se pudieron ver concentraciones de arsénicos principalmente en profundidades de 10.0 a 45.0 m bajo orbe. Aproximadamente el 87.0% de los muestreos de H₂O acuífera desarrolladas superaban los niveles sugeridos por la OMS para H₂O potable (10 µg L⁻¹), y la mayor parte de los muestreos mostraban concentraciones de arsénico variando entre el 30 y el 400 µg L⁻¹, a pesar de que se detectaron niveles tan elevados como 2330 µg L⁻¹.

2.1.2. Antecedente Nacional

Conforme con Márquez (2022) en su estudio titulado FIJACIÓN DE REUNIONES DE ARSÉNICO EN AGUAS ACUÍFERAS DEL DISTRITO DE VÉGUETA-HUAURA, LIMA EN EL periodo 2017-2018, el propósito fue establecer las reuniones de arsénico en las aguas acuíferas de la Végueta-Huaura, Lima, durante la etapa 2017-2018. Para ello, se analizaron 21



cenagales de agua acuífera y se midieron los paralelismos de arsénico. Los hallazgos revelaron que las reuniones de arsénico en los diversos pozos analizados excedieron los límites marcados por el Estatuto de Condición del Agua para Ingesta Humana. Se decretó que, en todos los pozos examinados, las reuniones de arsénico excedieron el umbral permitido. Dado que el 61,0 % de estos pozos suministra agua para ingesta humana, esto constituye una amenaza directa para la salubridad pública.

Según Montesinos & Guevara (2019) en su investigación titulada "Comparativa de las Sistemáticas Raos y Coagulación-Floculaciones en la Eliminación de Arsénicos en Agua Potable en Calca", El objetivo de esta investigación fue evaluar y cotejar la seguridad de los métodos RAOS y Coagulación-Floculación en la eliminación de arsénicos del H₂O de ingesta en Calca, Cusco, esgrimiendo como caso de estudio el manantial de ladera Ayaccaca. Este manantial actualmente sobrepasan los límites de 0.01 mg/L señalados por la Ordenanza de Condiciones del H₂O para la Ingesta Humana DS N° 031-2010-SA, alcanzando reuniones de arsénicos de hasta 0.053 mg/L. El estudio analiza el vigor y la eficiencia de los dos métodos, evaluando su certeza. Se detallan los ensayos, coagulantes y análisis empleados en cada método para examinar su rendimiento en términos de coste, período, nivel de eliminación y practicidad. En el primer método, se emplearon coagulantes como cloruros férricos y el sulfato de aluminio, con dosis que oscilaron entre 20mg/L y 50mg/L, logrando una eliminación de hasta el 99% con una cantidad de 50mg/L de cloruros férricos.

Según Flores (2021) en su investigación titulada "Análisis de Eliminación de Arsénico mediante Cloruro Férrico Y Hipoclorito de Sodio



en el Curso Fluvial del AFLUENTE SAMA, 2014." El afluente Sama, situado en la provincia de Tacna, es una fuente vital de agua utilizada por los habitantes de Sama Inclan para beber, regar cultivos y criar ganado. Conforme al informe de seguimiento efectuado por el Mando Nacional del Agua, entre el 24 y el 29 de nov de 2014, se ha constatado que la reunión de arsénico en H₂O de superficie utilizadas por los residentes de Sama Inclan, en Tacna, Perú, supera los 0,44 mg/L. En este estudio se analizó la eliminación de arsénicos en los muestreos de agua del afluente previamente especializadas, utilizando el proceso de coagulaciones con cloruro férrico e hipoclorito de sodio. Se variaron las dosis de estos reactivos y se controlaron distintas variables como el tiempo de sedimentaciones, conmoción y floculaciones en el dispositivo de prueba de jarras. Al concluir el estudio experimental, se estableció que la eliminación máxima de arsénico total alcanzó el 98,06 %, mientras que el contenido residual de hierro fue de 0,143 ppm. Estos resultados se lograron esgrimiendo una cantidad de 0,075 ppm de hipocloritos de sodio, 87,04 ppm de cloruros férricos y un tiempo de sedimentación de 45 min.

2.1.3. Antecedente Local

Por otra parte, Pary & Mamani (2018) en su estudio, el propósito fue examinar la eliminación del As presente en aguas nativas mediante técnicas de Enmohecimiento, Floculación, Floculación, Sedimentaciones y Filtraciones, y contrastar los resultados con los estándares determinados por las Normativas Nacionales de Condición Ambiental del H₂O. Se aplicaron técnicas de procesamiento a las muestras, que incluyeron el enmohecimiento con Cloruros Férricos, floculación-sedimentaciones con



cal artesanales y filtraciones en lecho de grava I.F. Las derivaciones de la erradicación de As se contrastaron con los Límites Máximos Permitidos señalados por las Normativas Nacionales de Condición Ambiental del H₂O. El estudio tiene un enfoque explicativo y experimental, llevado a cabo en el Recinto de Tecnología de Aguas de la FIQ de la UNA, ubicada a una altitud de 3812 m.s.n.m., con una presión atmosférica de 460 mm de Hg y temperaturas fluctuantes entre 12 y 15 °C. En el análisis de la eliminación de As, se emplearon 14,64 mg/L de FeCl₃ para lograr un inapreciable enmohecimiento del arsénico. Como floculante se esgrimió una reunión de 0,022 g/L de cal CaO con un purismo del 52,52 %, seguido de filtración en columna de arena y grava IF a un caudal de 10,5 L/min. Estos procedimientos condujeron a una eliminación de arsénicos del 93,75% en medios acuosas y muestreos de H₂O d superficie del afluente Ayaviri, situándose por debajo de los Límites Máximos Permitidos (LMP).

Según Saenz & Vilca (2023) en su investigación, el objetivo fue investigar el impacto de totora (*Schoenoplectus californicus*) y los cloruros férricos en la mengua de los niveles de arsénicos en las aguas acuíferas del distrito de Caracoto en el año 2022. Se empleó una orientación de estudio experimental de tipo preexperimental, utilizando un diseño factorial (3²) para modelar matemáticamente los procesos de eliminación de iones de As. Este diseño residió en 3 paralelismos y 2 componentes, Los elementos de las variables independiente consistieron en la cuantía de biomasa y el nivel de pH. Se llevaron a cabo procesamientos esgrimiendo biomasa seca de tallo de totora, así como procesamientos con biomosas seca de serpollo de totora reformada con FeCl₃. Estos últimos mostraron



una consecuencia favorable, especialmente cuando las biomásas secano de totora fue tratada con FeCl_3 , logrando una eficacia de eliminación del 87.6%. Al contrario, las biomásas seca de serpollo de totora sola alcanzó una remoción de arsénico del 72.9%

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguas subterráneas

Las H₂O acuíferas se forman mediante la infiltración de agua a partir de la superficie terrestre hacia el subsuelo, penetrando por medio de materiales porosos saciados en el subsuelo hasta llegar a un estrato impenetrable. Se pueden distinguir dos tipos de aguas acuíferas según su ubicación en la superficie: la superior, conocida como no impregnada, y la inferior, que está impregnada. El nivel o la capa que separa estas 2 se conoce como nivel freático, y su ubicación está influenciada por componentes meteorológicos que afectan a las napas acuíferas. (Ordoñez J. J., 2011)

2.2.2. Contaminación de agua por metales

La presencia de los hierro diseño en el suministro de agua dulce constituye una seria preocupación para la salubridad pública debido a los riesgos asociados con la exposición prolongada. Las comunidades están expuestas a estos metales, en su mayoría, a través del consumo de agua, aunque algunos de ellos pueden acumularse en el organismo humano, como en los lípidos y el sistema gastrointestinal, lo que puede ocasionar cáncer y otros problemas de salud. Hasta el momento, solo algunos miles de investigaciones han abordado diferentes facetas de los metales solidos existentes en el suministro de agua potable. Estos estudios han tratado



sobre aspectos como las tipologías y las cuantías de los metales existentes en el agua, sus orígenes de origen, los componentes que influyen en sus reuniones en los puntos de ostentación, las exposiciones humanas a estas poluciones, los riesgos potenciales asociados y los métodos para eliminarlos del agua dulce. En numerosos países en vías de progreso, se encuentran confrontados con la dificultad de disminuir la exposición de la población a los metales pesados, primariamente a causa de sus limitadas cabidas económicas para implementar tecnologías adelantadas de exclusión de dichos metales. (Chowdhury, Mazumder, Al-Attas, & Husain, 2016)

2.2.3. *Arsénico*

Este elemento es generosamente hallado en aguas, superficies, peñascos, ecosistemas terrestres y acuáticos. Su transporte ocurre por medio de desemejantes vías, como en procesos meteorológicos, manifestaciones volcánicas y diligencias biológicas. La intervención humana asimismo desempeña un rol fundamental en su emisión, primariamente por medio de la excavación, el cargo de hidrocarburos, herbicidas y pesticidas. Por este motivo, se determinaron regulación de parte de entidades como la OMS para reducir los niveles de arsénicos en H₂O destinadas a la ingesta humana, con L que fluctúan entre 0.05 y 0.01 mg/L. (Tapia, 2017).

2.2.4. *Química del arsénico*

El arsénico, un elemento químico y mineral presente en la tabla periódica, es una sustancia que persiste en el ambiente sin descomponerse, mostrando una colocación amplia en todo el globo. Las

fuentes naturales expuestas al arsénico incluyen la superficie, el H₂O, los nutrimentos y el aire.

El arsénico ocupa una posición central en la trasversal que aparta los metales de los no metales en la tabla periódica, lo que lo caracteriza como un elemento intermedio. (Gasque, 2013)

Figura 1

Ubicación del arsénico en la tabla periódica.

1	IA																0																			
1	H	IIA																He																		
2	3	Li	4	Be																	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne				
3	11	Na	12	Mg	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B						IB	II B	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar							
4	19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
5	37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
6	55	Cs	56	Ba	57	*La	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
7	87	Fr	88	Ra	89	+Ac	104	Rf	105	Ha	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Uuu	112	Uub	113	Uut										
		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																					
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																					
		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																					
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																					

Puede categorizarse en tres tipos principales: inorgánicos, gas arsina y orgánicos. Asimismo, puede clasificarse dentro de distintas clases de arsénico como sus valencias, las cuales son: As (III) arsenito, As (V) arseniato, As (0) arsénico metaloide y gas arsina (III). En términos de toxicidad, esta depende principalmente de si es de origen orgánico o inorgánico, así como de su valencia, estado físico, solubilidad y pureza, debido a las tasas de adhesión y exclusión. (ATSDR, 2007).

Figura 2

Aspectos alotrópicos del Arsénico y sus formas: gris, amarillo y negro.



Nota. Tomado del "Arsénico", citado por Gasque (2013).

2.2.5. Arsénico en el ambiente

El arsénico es un mecanismo que se encuentra extensamente distribuido en el entorno. Es detectable en prácticamente todos sus componentes y típicamente se presenta en la litosfera con reuniones que oscilan entre 1,5 y 2 partes por millón (ppm), invadiendo el lugar número 52 en términos de exuberancia. (Adriano, 2001)

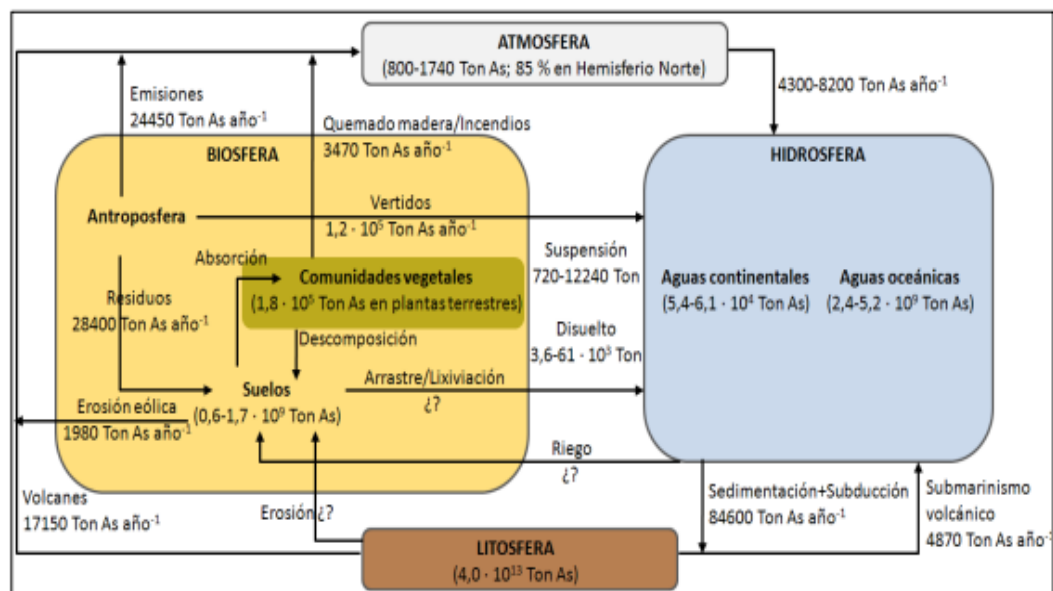
Se encuentra presente en más de 245 minerales, predominando en formas de arseniatos (60%), seguido por sulfosales y sulfuros (20%), y demás formas como los arsenitos, el óxido arseniuros y los silicatos (20%). (Mandal & Suzuki, 2002)

Las principales reservas de arsénico de la costra terrestre se presentan en minerales como la pirita, la calcopirita, la galena y la esfalerita. Se registran reuniones elevadas en almacenes de azufre, como en el caso del FeAs_2 , As_2S_3 , AsS y FeAsS . Por esta razón, la arsenopirita ha sido auténticamente empleada para el linaje de arsénico, al ser el mineral más

frecuente en la naturaleza que contiene este elemento. (Smedley & Kinniburgh, 2002)

Figura 3

Esquematzación del ciclo del arsénico en el medio ambiente



El arsénico inorgánico se halla en el aire, la superficie, el agua y los suministros, lo que significa que los individuos están constantemente expuestos a esta sustancia contaminante. (Mandal & Suzuki, 2002)

A pesar de que hay métodos que facilitan una evaluación semi-cuantitativa del arsénico en muestras sólidas, la medición del arsénico en muestreos ambientales sólidas (como superficies y floras) generalmente se lleva a cabo en un extracto obtenido tras someter la muestra a una extracción vigorosa, a menudo utilizando ácidos y condiciones oxidantes a elevadas temperaturas y presiones. La concentración de arsénico en la superficie oscila entre 0,2 y 40 microgramos por kilogramo ($\mu\text{g}/\text{kg}$), mientras que en el aire de las áreas urbanas es de alrededor de 0,02 microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). La exposición principal a nivel mundial ocurre a través del



consumo de agua. En las aguas continentales, la reunión de arsénico suele ser inferior a 1 microgramo por litro ($\mu\text{g/L}$). (Smedley & Kinniburgh, 2002), en tanto que en el H₂O litoral la media de la reunión de As está en torno a 1,5 Q.g L-1. (Zwiener & Frimmel, 2004)

2.2.6. Toxicidad del Arsénico

El arsénico representa un grave peligro para la salubridad humana debido a su alta toxicidad y capacidad carcinogénica. Esta sustancia puede causar efectos agudos potencialmente mortales incluso en reuniones elevadas, pero además puede tener efectos crónicos perjudiciales para la salubridad cuando se ingiere a través del agua durante períodos prolongados y a reuniones bajas. (Morán, Baldirà, Marruecos, & Nogué, 2011)

A través de una sucesión de estudios, se ha justificado que la exposición prolongada al arsénico provoca lesiones cutáneas distintivas, que incluyen cambios en las pigmentaciones, especialmente en las extremidades y el tronco, así como la queratosis en las palmas de manos y las vegetaciones de los pies, hiperpigmentación, hiperqueratosis y leucemia de epidermis. (Shannon & Strayer, 1989)

La ingesta de agua contaminada con arsénico puede provocar un aumento en la incidencia de abortos espontáneos y muerte fetal. Las exposiciones prolongadas a reuniones de arsénico inorgánico en el agua dulce, incluso adentro de los límites sugeridos por la OMS, puede desencadenar efectos cardiovasculares, como hipertensión, arritmias, isquemia cerebral y cardíaca, diabetes mellitus, así como enfermedades arteriales periféricas, como la gangrena asociada con la enfermedad del

"pie negro". La evidencia científica sobre los potenciales neurotóxicos y el desarrollo de efectos hostiles en la reproducción coligados con la ingesta de arsénico en el H₂O potable es ambigua. (Buchet & Lison, 2000)

Se han observado efectos cardiovasculares hostiles, como infarto de miocardio y trastornos circulatorios, en niños chilenos que consumen H₂O con paralelismos de arsénico superiores a 600 µg/L. No obstante, estas secuelas no se han registrado en estudios realizados en poblaciones mostradas a reuniones similares de arsénico en demás regiones del universo. (Meek & Hughes, 1992)

2.2.7. Adsorción

Las adsorciones se definen como el fenómeno por medio del cual los átomos del espacio de un sólido retienen y atraen corpúsculos de demás compuestos. La sustancia concentrada en la superficie, o "adsorbida", se conoce como "adsorbente", mientras que las moléculas retenida se denomina "adsorbato". La conexión entre el adsorbente y el adsorbato se genera a través de "fuerzas de Van der Waals" Cuanta mayor sea la superficie del sólido, mejor capacidad de absorción tendrá. Al asumir los componentes, se provocan reacciones químicas que convierten las sustancias nocivas en demás inocuas, las cuales se retienen en los poros del carbono.

2.2.8. Coagulación y Floculación

Se utilizan métodos químicos y físicos para excluir corpúsculos desleídas en aguas remanentes mecánicas. Estos procesos implican la adición de congeladores que neutraliza las cargas eléctricas de corpúsculos y somete el capuz difuso cerca de coloides. Esto favorece la



agrupación de flóculos más magnos al estimular la alianza entre estos corpúsculos, generando una organización porosa a causa de su tamaño eficaz. (Bravo, 2017).

En contraste, la finalidad de la coagulación es "alterar la estabilidad de los átomos disueltos presentes en suspensión, con el fin de aglomerarlos; en consecuencia, estas partículas suspendidas se eliminan; además, el proceso de coagulación reduce la cantidad de bacterias y de materia orgánica" (Andia, 2000).

Coagulación por adsorción: Cuando el H₂O contiene una elevada reunión de partículas en estado coloidal, la adición de coagulantes la vuelve turbia e impide que los coagulantes disponibles puedan interactuar con la partícula coloidal, lo cual deriva en la formación instantánea de flóculos (Andia, 2000).

2.2.9. Mecanismos de coagulación y floculación

Los primordiales métodos de aglomeración y coagulación maniobran impidiendo las cargas, inspeccionando la electrostática, formando partículas y la depuración para exponer cómo interactúan las diversas tipologías de congeladores con los compendios desleídos en el H₂O. Al ajustar la cuantía de agentes en aguas remanentes, se promueve su interacción con las detenciones por medio de adhesión facilitada por interacción centrada en cargas eléctricas, enlaces de hidrógeno fuerzas de van der Waals y demás dispositivos (Bravo Gallardo, 2017).

"Estos métodos generan la inestabilidad de coloides y sus subsiguientes suspensiones a causa de la reorganización del polímero adsorbido, lo cual resulta en la agrupación de los corpúsculos en

suspensiones constituyendo flocúlos de mayores dimensiones" (Bravo Gallardo, 2017).

2.2.10. Cloruro Férrico

Este elemento químico tiene múltiples diligencias. Alrededor del 60% de la elaboración de cloruro férrico se esgrime en el saneamiento de H₂O remanentes, donde actúa como un agente floculante efectivo. Posteriormente, detallaremos sus diversas características y variantes". (Pochteca, 2021).

a. Usanzas y diligencias del cloruro férrico:

El cloruro férrico posee una extensa gama de aplicaciones que van a partir del saneamiento de H₂O remanentes e mecánicas hasta la fabricación de las placas de contorno impresos. Estos son ciertos de usanzas más significativos:

• Tratamiento de aguas

Así como se mencionó previamente, el uso primordial de cloruros férricos es en el procesamiento de H₂O purificada y potable, tanto en ambientes domésticos como mecánicos. Sus mecanismos y agregados hondamente eficaces admiten la eliminación efectiva de MO, turbideces, sólidos disueltos, metales sólidos y aromas de formas funcionales y eficaz (Amoquimicos, 2019).

En esta circunstancia, los cloruros férricos rivalizan y a veces completa a diversas sustancias como sulfato férrico, sulfato ferroso, alumbre e inclusive demás oriundos de cloro como cloro gaseoso, hipocloritos de sodio e hipocloritos de calcio. A discrepancia de ellos, los cloruros férricos son más económicos y eficientes, ya que logran la congelación con la mitad



de la cuantía requerida en comparación con los sulfatos de aluminio, un producto convenido en estos procesos. Este beneficio supone un ahorro considerable para plantas de procesamiento de H₂O o empresas afines, disminuyendo notablemente los gastos. (Amoquimicos, 2019).

Para la purificación del H₂O, los cloruros férricos proceden como un efectivo agentes floculantes, agrupando los corpúsculos microscópicos presentes en el H₂O para simplificar su exclusión. Este procedimiento es decisivo, pues, aun cuando durante el procesamiento del H₂O se eliminan los residuos más grandes como insectos, hojuelas y restos de ganados, aún permanecen corpúsculos suspendidas que podrían conmovier su condición. (Amoquimicos, 2019).

- **Electrónica**

En el ámbito de la electrónica, los cloruros férricos se esgrimen en la producción de placas de contorno impreso en cuantías limitadas, dado que reacciona con el cobre para generar cloruros cúpricos y cloruros ferrosos (Amoquimicos, 2019).

2.2.11. Remoción de Arsénico en agua

Diversas áreas del universo han realizado numerosas investigaciones sobre las reuniones de arsénico, con el propósito de reducirlo por sus toxicidades (Fiestas & Millones, 2019).

Se llevaron a cabo estudios exhaustivos para tratar la existencia de arsénicos en distintas partes del universo y su riesgo para la salubridad humana, asemejando diversos sistemáticas para eliminarlo del H₂O dulce (Fiestas & Millones, 2019).

2.2.12. Enfermedades relacionadas a la contaminación del agua

Los análisis vinculados con el H₂O son una de las inseguras cruciales que afectan a los individuos con recursos restringidos en naciones en progreso (Ramos Flores, 2019).

Los padecimientos derivados del H₂O contaminada abarcan:

- Padecimientos microbiológicos dados por el H₂O: son padecimientos que se irradian con habilidad a través de varios medios, como suministros y contacto directo. Ejemplos de estos padecimientos incluyen el tifus, disentería bacilar, cólera, cólico amebiano, tal como la gastroenteritis y la gastritis (Ramos Flores, 2019).
- Enfermedades químicas causadas por el H₂O: se relatan a padecimientos vinculadas con la ingestión de H₂O que contienen sustancias perjudiciales en formas perjudiciales. Estos mecanismos pueden ser de principio nativa o producidos por diligencias humanas, y su existencia suele ser limitada. Ciertos ejemplos abarcan condiciones como la metahemoglobinemia en infantes, las fluorosis endémicas crónicas y la gastroenteritis originada por nutrimentos contaminados con microbios, hongos, sustancias tóxicas o virus como plomo, hierro o arsénico (Ramos Flores, 2019).

2.2.13. Pozos

a. Pozos Artesianos

Hay pozos de extracciones denominados artesianos, que alcanzan acuíferos confinados. En estas situaciones, el paralelismo del H₂O del acuífero está por arriba de superficie del pozo, permitiendo que el H₂O fluya naturalmente, elevándose hasta alcanzar una altura cercana al



punto de recarga del acuífero, aunque ocasionalmente puede haber una ligera pérdida a causa de la descarga. En algunos pozos, el H₂O puede subir y a veces fluir por medio del área (Sutton, D. & Harmon, P., 1999); "la principal preeminencia de estos pozos es que no requieren una bomba para extraer el H₂O". (Tarbuck, E. & Lutgens, F., 2005).

b. Pozos Tubulares

Es una formación hidrogeológica que facilita la entrada a uno o diversos acuíferos para las extracciones de H₂O, fundada por medio de una perforación con una broca en un pozo recto con diámetros mínimos de 101,6 mm (4"). (Galdiano & Quaglia, 2007).

2.2.14. Prueba de jarras

El ensayo de jarros ha sido extensamente empleado y sus derivaciones son ampliamente aplicables tanto en planificaciones como en las operaciones efectiva de instalaciones de procesamiento, conjuntamente de en la mejora de las vegetaciones en operación. Para realizar este procedimiento, se requiere disponer de los datos originarias de turbidez, pH, alcalinidad y color del H₂O cruda. El equipo de mezclado estándar comprende un conjunto de turbulentos de paletas interconectados maquinamente, diseñados para operar a una prontitud constante, generalmente en una categoría de 10 a 300 RPM. Se recomienda el uso de jarras rectángulos de 1 a 2 L, fabricadas en acrílico cristalino, para efectuar el proceso de coagulaciones.

Para elegir la congelación química apropiada y determinar la cantidad precisa de reactivos, se requiere llevar a cabo una simulación de los



procesos de clarificaciones en un recinto en una escala reducida. Se esgrime una disposición elemental de vasos de precipitados y turbulentos de paletas para contrastar distintas interacciones químicas, todas bajo contextos hidráulicas semejantes. La finalidad de este estudio es establecer la cuantía ideal de floculantes necesarias para producir un floculante con propiedades óptimas. (Restrepo, 2009)

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. *Dosis óptima*

Es una etapa crucial que busca disminuir la reunión de impurezas presentes en el agua sin procesar. Un exceso de coagulante influye en la condicen del H₂O y puede acarrear resultados negativos para la salubridad si las medidas sobrepasan los LE por la OMS. (Huamán, Arauco, Rojas, & Rojas B., 2020)

2.3.2. *Adsorción:*

Es un procedimiento en el cual un vaho se une a un sólido, típicamente materiales porosos. El gas que se une se llama adsorbato, mientras que el sólido que lleva a cabo la adsorción se conoce como adsorbente.

2.3.3. *Espectrofotometría*

Está basado en la conexión entre materia y energía. Las espectrometrías se definen por las mediciones de propiedades físicas derivada de esas interacciones, usualmente una cantidad de energía emitida o absorbida (Guijarro, 2010).



2.3.4. Prueba de jarras

Este procedimiento es generosamente esgrimido para valorar el vigor de coagulantes y aparentar la etapa de coalescencias en una planta de procesamiento. Admite determinar la condición y cuantía apropiada de coagulantes, el tiempo, el pH óptimo y la intensidad de la conmoción. Asimismo, ayuda a computar la cuantía óptima de coagulantes para el procesamiento del H₂O (Chacon & Ramos, 2019).

2.3.5. Límite Máximo Permisible (LMP):

Se hace referencia a la valoración de la cuantía y/o niveles de mecanismos, sustancias y marcadores químicos, biológicos y físicos que determinan una emancipación y, cuando se superan, ocasionan o consiguen ocasionar daños al bien de los individuos y al ambiente. Su desempeño es legítimamente obligatorio como el MINAM y los establecimientos que forman parte del Sistema de Gestiones Ambientales. (MINAM, 2010)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este análisis se fundamenta en un enfoque cuantitativo, aprovechando la recolección de datos para aprobar la hipótesis, respaldándose en análisis numéricos y estudios estadísticos.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este análisis se lleva a cabo mediante un diseño experimental en un entorno de recinto, en el que la variable independiente es el cloruro férrico y se evalúa la variable dependiente, que es la disminución de arsénico en las aguas acuíferas del distrito de Acora.

3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO

a. Modelo de regresión lineal simple.

Se emplea el modelo de regresiones lineales para estudiar la correspondencia entre una variable dependiente y una o varias variables independientes. En el caso específico de la eliminación de

arsénico en el H₂O, el modelo de regresión lineal podría expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Remoción de arsénico} = b_0 + b_1(\text{Dosis del cloruro férrico}) + e$$

Donde:

Remoción de arsénico es la variable dependiente que queremos predecir.

Dosis del cloruro férrico es la variable independiente que representa la cuantía de cloruro férrico añadido al agua.

β_0 es las intersecciones de la línea de regresiones con ejes verticales (constante).

β_1 son los coeficientes de regresiones que indica la correspondencia entre la cuantía del cloruro férrico y la eliminación de arsénico.

ε representa el error aleatorio.

Al estimar los coeficientes β_0 y β_1 a partir de los datos observados, podemos entender mejor cómo varía la remoción de arsénico en función de la dosis del cloruro férrico. Esto proporciona información valiosa para ajustar las dosis de tratamiento de agua y mejorar la eficacia de la exclusión de arsénico en sistemas de procesamiento de H₂O dulce.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se emplearon en este análisis equipos y procedimientos convencionales de la ciencia. Para la muestra de H₂O acuíferas, se esgrimió el Reglamento Nacional de gestión de recursos hídricos (ANA, 2016).

- Este análisis empleó las técnicas siguientes:



Observación directa.

- Uso de tarjetas para la recopilación de muestreos.
- Realización de estudios estadísticos.

Además, se aplicaron los instrumentos siguientes:

- Cadena de custodias.
- Fichas de registro de campo.

3.4.1. Materiales y equipos

En este estudio se esgrimieron los siguiente instrumentos, elementos y productos químicos:

a) Materiales:

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| • Cooler. | • Embudos. |
| • Papel filtro. | • Fiola de 100 ml. |
| • Gradillas | • Probetas. |
| • Balde de 20 litros. | • Espátula. |
| • Tubos de ensayo. | • Vaso precipitado. |
| • Rotulador. | • Pipeta de 10 ml. |

b) Equipos:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------|
| • GPS | • Multiparámetro. |
| • Balanza analítica. | • Espectrofotómetro, |
| • Laptop | • Bomba al vacío. |
| • Bomba al vacío | • Cámara fotográfica. |
| • Equipo de prueba de
jarras. | |

c) Reactivos:

- Cloruro férrico

3.5. LUGAR DE ESTUDIO

Este estudio se ejecutó en Puno, específicamente en la Provincia de Puno, adentro de Acora, y se ejecutó en el siguiente punto geográfico:

Tabla 2

Ubicación del punto de muestreo en el distrito de Acora

Código	Ubicación	Coordenadas
P-01	Acora/Puno/Puno	E: 415076.00 N: 8233611

En la siguiente ilustración se representa el lugar de toma de muestras de Acora.

Figura 4

Puntos de muestreo de las aguas subterráneas del distrito de Acora





3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

La población objeto de estudio en este estudio son las aguas acuíferas del punto de muestreo en el distrito de Acora.

Muestra

En relación con la muestra empleada en nuestro estudio, se decidió seleccionar un único punto de muestra esgrimiendo un enfoque de muestreo no probabilística por provecho, que implica "las selecciones de muestreos asentada en juicios específicos establecidos por el estudiador" (Hernández, 2010)

3.7. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.7.1. Procedimiento metodológico para el primer objetivo:

Determinar la concentración de arsénico que tendrán las aguas subterráneas del distrito de Acora

Para decretar la reunión de arsénicos en las aguas acuíferas se realizaron los siguientes pasos:

a. Ubicación del lugar de estudio

Esgrimiendo el GPS, se procede a registrar los ejes exactos del punto de muestra.

b. Toma de muestras:

Se aprovechó el Control Nacional de rastreo de los recursos hídricos para la recopilación de muestreos de H₂O de cada uno de los pozos. (ANA, 2016).

Tabla 3

Fecha y hora del punto de muestreo en el distrito de Acora

Hora	Fecha	Código
09:00 hrs.	27/03/2024	P – 01

Nota: *Tabla realizada por el investigador*

Para lo toma de muestra se tomó la muestra en una botella de 1L, lavada previamente con agua destilada.

Por la cual la botella debe de estar correctamente rotulado:

- Codificación de punto de muestra.
- Coordenadas de punto de muestra.
- Parámetros a analizar.
- Fecha de la muestra.
- Hora en la que se tomó el muestreo.
- Nombre del garante en la toma de muestreo.

Los muestreos derivadas se mantuvieron en un refrigerador portátil y se remitieron al recinto de condición ambiental – EPISA, situado en la sede Juliaca.

c. Determinación de parámetros in-situ:

• Determinación de la temperatura

Para la evaluación de este parámetro, se emplea un equipo multiparámetro. Los resultados se leen derechamente en el termómetro y se enuncian en °C. Posteriormente, se realiza el enjuague del equipo multiparámetro con H₂O destilada para futuras mediciones. (AWWA, 2005)



- **Determinación de pH**

De igual manera para obtener el parámetro de pH se utiliza el equipo multiparámetro. Los valores obtenidos se pueden ver directamente en el equipo multiparámetro, se procede a enjuagar el equipo multiparámetro con agua destilada. (AWWA, 2005)

Todos los datos registrados siendo rellenado correctamente la cadena custodia.

- **Determinación de arsénico**

La metodología para determinar las reuniones de arsénico se ejecutó siguiendo las metodologías estandarizadas APHA, con la ayuda del equipo de absorción el espectrofotómetro. Método: APHA, AWW.WEF.21th ed. 200

3.7.2. Procedimiento metodológico para el segundo objetivo:

Determinar la influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora.

Para alcanzar los fines, ejecuto la determinación del arsénico, y las derivaciones yacieron conseguidos por el Recinto de Condición Ambiental - UANCV.

Primero: Se inició con la desinfección de aguas acuíferas por medio del ensayo de jarras, esgrimiendo la siguiente dosificación del cloruro férrico:

Figura 5

Prueba de jarras en laboratorio de calidad ambiental



Nota: La prueba de jarras se realizó previo a la adición de las distintas cuantía de óxido de calcio para un tiempo determinado de contacto.

- P : Punto de muestreo
T : Tratamiento
RT : Replica de tratamiento

Tabla 4

Dosificaciones del cloruro férrico.

Código	Dosis del cloruro férrico (mg/L)
T1	20
T2	25
T3	30
T4	35
T5	40

Segundo: se procedió a emplear el ensayo de jarros, enjuagando anticipadamente con H₂O destilada. Se esgrimieron jarros de 1 litro para ejecutar pruebas en 5 de ellas. Se derramaron 1 L de muestreo de aguas acuíferas de Acora, moderados en probetas de capacidad de 1000 ml.

Después de verter los 1000 ml de muestras en los jarros, se ejecutó la cuantía los cloruros férricos a desemejantes cuantías (20 ml, 25 ml, 30 ml, 35 ml y 40 ml)

Tercer paso: Los ensayos de jarra se realizaron con conmovión lenta y rápida. La conmovión vertiginosa se conservó a 150 rpm durante 2 imn, seguidas de una mezcla mansa a 80 rpm durante 15 min. Posteriormente, las jarros fueron aisladas para admitir el sedimento.

Tabla 5

Datos del test de prueba de jarra

N° DE JARRA	TIEMPO DE CONTACTO	POTENCIA (RPM)	DOSIS DE CLORURO FÉRRICO (ml)	VOLUMEN DE MUESTRA (ml)
D1	15	80	20	1000
D2	15	80	25	1000
D3	15	80	30	1000
D4	15	80	35	1000
D5	15	80	40	1000

Nota: estos tratamientos se realizarán por duplicado.

Cuarto paso: una vez sedimentadas las muestras, se procede con la caracterización del agua, para obtener los valores de arsénicos existentes en el agua acuífera.

Determinación del porcentaje de remoción de arsénico:

Para lograr este objetivo en el estudio se llevaron a cabo las acciones siguientes:

- Posteriormente de conseguir las derivaciones, se calcularon los % de eliminación del arsénico, empleando la fórmula siguiente:

$$\% \text{ remoción de As} = \frac{As_i - As_f}{As_i} * 100$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DEL ARSÉNICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA

Expondremos los derivaciones de arsénico obtenidos del punto de muestreo en el distrito de Acora.

Tabla 6

resultados de la concentracion del arsénico.

Código	Temperatura (°C)	pH	Arsénico (mg/L)	LMP
P1	15.2	7.84	0.0595	0.010

En la tabla podemos apreciar que en el punto número 1 (P1) se obtiene los valores de 15.2 °C de temperatura, 7.84 en pH y en arsénico se obtiene un valor de 0.0595 mg/L, conforme a lo establecido en los Estándares de las Condiciones del H2O dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, muestra que el parámetro arsénico NO CUMPLE con la normativa.

Figura 6

Resultados de arsénico en aguas acuíferas del punto 1 del distrito de Acora v s los LMP del D.S. 031-2010-SA.



4.1.1. Resultados para el objetivo específico 2: Determinar la influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora

En la tabla siguiente se muestran las derivaciones de la comparación del arsénico frente al LMP según el D.S. 031-2010-SA, posteriormente de trabajar con cuantía de cloruros férricos en la reducción del arsénico en acuíferos del distrito de Acora.

REPETICION 1**Tabla 7**

Concentracion del arsenico comparado con los LMP del D.S. 031-2010-SA.

Código	Temperatura (°C)	pH	R-1	LMP
			Arsénico (mg/L)	
T1	14.5	7.15	0.0324	0.010
T2	14.7	7.41	0.0124	0.010
T3	14.5	7.21	0.0091	0.010
T4	14.3	7.35	0.0102	0.010
T5	14.5	7.42	0.0114	0.010

En la tabla podemos verificar que en el procesamiento 1 se observa una temperatura de 14.5 °C, pH de 7.15 y arsénico con 0.0324 mg/L, de acuerdo con lo establecido en los Estándares de la Condición del H₂O dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se observa que los valores NO SE AJUSTAN a la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Respecto al procesamiento 2 se observa una temperatura de 14.7 °C, pH de 7.41 y arsénico con 0.0124 mg/L, como lo concreto en las Estándares de la Condición del H₂O dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se aprecia que los valores NO CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Por otro lado, se observa que el procesamiento 3 se observa una temperatura de 14.5 °C, pH de 7.21 y arsénico con 0.0091 mg/L, de acuerdo con lo establecido en las Estándares de la Condición del H₂O

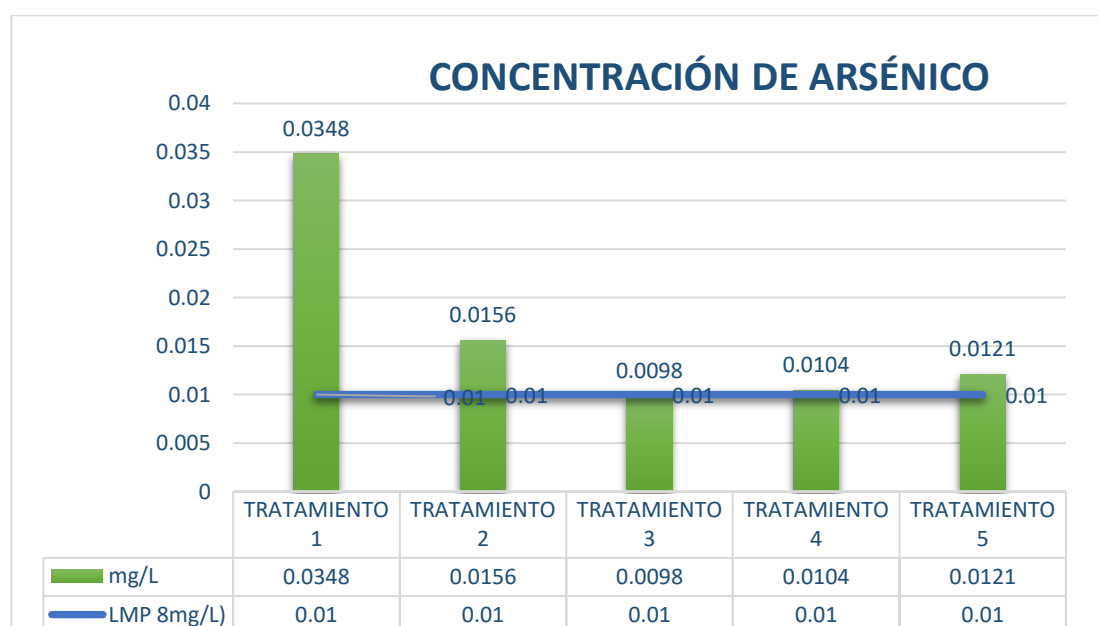
dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se aprecia que los valores CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Respecto al procesamiento 4 se observa una temperatura de 14.3 °C, pH de 7.35 y arsénico con 0.0102 mg/L, Siguiendo las disposiciones de las Estándares de la Condición del H2O dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se aprecia que los valores NO CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Por último, se observa que en el procesamiento 5 da una temperatura de 14.5°C, pH de 7.42 y arsénico con 0.0114 mg/L, conforme con las directrices de condición del agua dulce estipuladas en el Orden Suprema 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se aprecia que los valores NO CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Figura 7

Concentración de arsénico en los distintos tratamientos



REPETICION 2**Tabla 8***Concentracion del arsenico vs el LMP del D.S. 031-2010-SA.*

Código	Temperatura (°C)	pH	R-1	LMP
			Arsénico (mg/L)	
RT1	15.8	7.05	0.0348	0.010
RT2	15.9	7.35	0.0156	0.010
RT3	15.6	7.30	0.0098	0.010
RT4	15.8	7.42	0.0104	0.010
RT5	15.7	7.38	0.0121	0.010

En la tabla podemos verificar que en el procesamiento 1 se observa una temperatura de 15.8 °C, pH de 7.05 y arsénico con 0.0348 mg/L, conforme a las disposiciones establecidas en las regulaciones de condición del agua dulce del Orden Suprema 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se aprecia que los valores NO CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Respecto al procesamiento 2 se observa una temperatura de 15.9°C, pH de 7.35 y arsénico con 0.0156 mg/L, Como lo dispuesto en las regulaciones de condición del agua dulce establecidas en D.S. 031-2010-SA del Ministerio de la Salubridad, se aprecia que los valores NO CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Por otro lado, se observa que el procesamiento 3 se observa una temperatura de 15.6°C, pH de 7.30 y arsénico con 0.0098 mg/L, Conforme a lo establecido en las Estándares de la Condición del H2O dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se aprecia que los valores

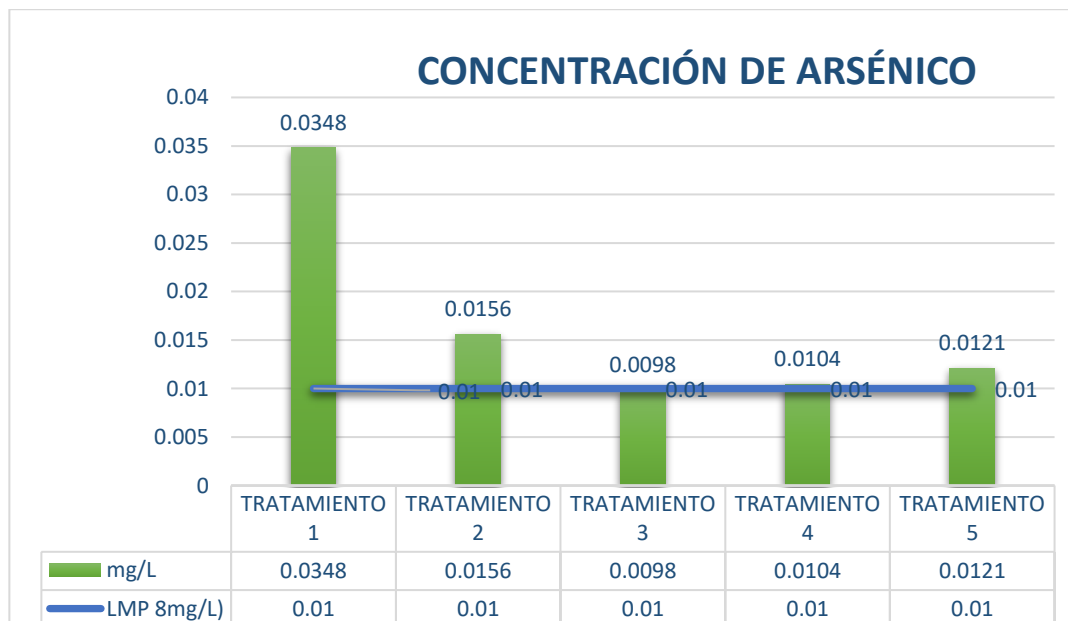
CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Respecto al procesamiento 4 se observa una temperatura de 15.8 °C, pH de 7.42 y arsénico con 0.0104 mg/L, De acuerdo con lo establecido en las Estándares de la Condición del H2O dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se aprecia que los valores NO CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Por último, se observa que en el procesamiento 5 da una temperatura de 15.7°C, pH de 7.38 y arsénico con 0.0121 mg/L, De acuerdo con las disposiciones de las Estándares de la Condición del H2O dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, se aprecia que los valores NO CUMPLEN con la normativa. Siendo el límite en el parámetro de arsénico de 0.0100 mg/L.

Figura 8

Concentración de arsénico en los distintos tratamientos repetición



4.1.2. Resultados de la Prueba de hipótesis

Tabla 9 Resumen del modelo de la influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0,907 ^a	0,823	0,803	0,0070974

a. Predictores: (Constante), Dosis del cloruro férrico (mg/L)

Bondad de ajuste

El coeficiente de determinación (R cuadrado) indica las proporciones de la inestabilidad en la eliminación de arsénicos que es revelada por la dosis de cloruro férrico. Es decir, el R cuadrado muestra que el 82.3% de la eliminación de arsénico se expone por la cuantía de cloruro férrico

Coefficiente de correlación múltiple R

El coeficiente "R" es de 0,907, lo que indica que hay una reciprocidad significativa entre la cuantía de cloruro férrico y la eliminación de arsénico

a) Planteamiento de la hipótesis estadística

- Estimador:

Si P-Value (Sig) ≥ 0.05 se acepta la H_0

Si P-Value (Sig) < 0.05 se rechaza la H_0

- Toma de decisión:

$P < 0,05$ se refuta la hipótesis nula y se admite la hipótesis alternativa, $P >$

$0,05$ se refuta la hipótesis alternativa y se admite la hipótesis nula

b) Planteamiento de la hipótesis estadística

H_1 El procesamiento será eficiente para la exclusión de arsénico después del proceso de remoción con el cloruro férrico.

H_0 El procesamiento no será eficiente para la exclusión de arsénico después del proceso de remoción con el cloruro férrico

Tabla 10*Anova*

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	0,002	1	0,002	41,764	0,000 ^b
	Residuo	0,000	9	0,000		
	Total	0,003	10			

a. Variable dependiente: Remoción de arsénico

b. Predictores: (Constante), Dosis del cloruro férrico (mg/L)

Según el ANOVA con los procesamientos esgrimidos ($F: 41,764; P - Value (Sig) = 0.000 < 0.05$), se impugna la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa, con paralelismo de confianza del 95%. El tratamiento se muestra eficaz para la eliminación de arsénico después del proceso con cloruro férrico. Además, podemos concluir que las inconstantes están correlacionadas linealmente.

Tabla 11*Coefficientes Ecuación de regresión*

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
		B	Desv. Error	Beta	t	
1	(Constante)	0,054	0,006		9,442	0,000
	Dosis del cloruro férrico (mg/L)	- 0,001	0,000	-0,907	- 6,463	0,000

a. Variable dependiente: Remoción de arsénico

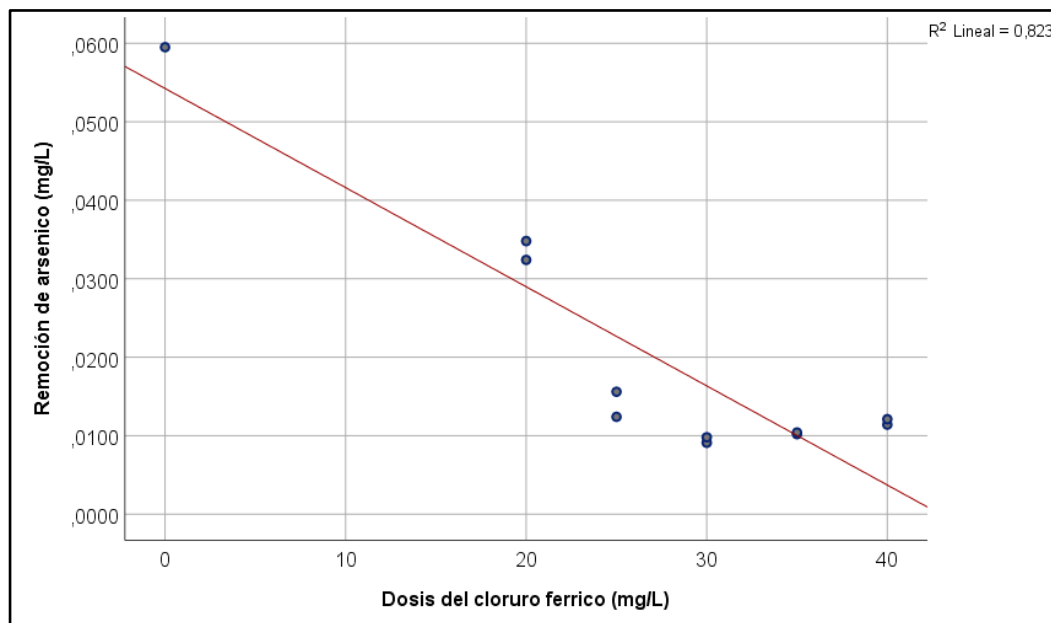
La tabla nos enseña el coeficiente de la recta de regresión. Este coeficiente indica cómo cambia la variable dependiente (remoción de arsénico) cuando la dosis de cloruro férrico aumenta en una unidad. El coeficiente no estandarizado es -0.001, lo que sugiere que un acrecentamiento de una unidad (mg/L) en la cuantía de cloruro férrico está coligado con una reducción de 0.001 (mg/L) unidades en la remoción de arsénico

De acuerdo con esto, la ecuación de regresión se formula de la manera siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

El pronóstico: Remoción de arsénico = 0,054 - 0,001* Cuantía de cloruro férrico

Figura 1 Coeficientes validados para regresión lineal para la hipótesis



La derivación de este gráfico revela una sucesión de puntos que muestran una tendencia a alinearse con una línea recta, expresada por la ecuación, $y = 0,054 - 0,001 * x$



4.2. DISCUSIONES

De acuerdo a nuestra investigación, se muestra que la dosis optima requerida para la disminución del parámetro arsénico, es de 30 mg/L de cloruro férrico, ya que puede llegar a reducir hasta en un 84.03% de concentración de arsénico. En cambio, Aguilar en su estudio Eliminación de arsénicos en H₂O acuíferas de la comarca lagunera obtuvo como resultado que para la remoción de 92.42 % de arsénico se necesita una cantidad de 22.63 mg/L de cloruro férrico. Por otro lado, Saenz & Vilca en su investigación "Impacto de la totora (*schoenoplectus californicus*) y cloruro férrico en las disminuciones de arsénicos en aguas acuíferas en Caracoto, mostró resultados favorables al activar las biomásas secas de totora con FeCl₃, con una eficacia de eliminación del 87.6.

Asimismo, Flores en su estudio "Análisis de la exclusión de arsénicos por medio de hipocloritos de cloruro férrico y sodio en el H₂O del afluente Sama, 2014", se ha concluido que el paralelismo de polución por arsénicos en las H₂O de superficie que ingesta los habitantes de Sama Inclán en la región Tacna-Perú es superior a 0,44 mg/L, mientras que en nuestra investigación se ha encontrado que la reunión de arsénicos en aguas subterráneas es de 0.595 mg/L



CONCLUSIONES

- PRIMERA.** Así como consumación general podemos mostrar que el cloruro férrico tiene una influencia relativa en la disminución de arsénico pues a una cantidad de 30 mg/L de cloruro férrico, puede llegar a reducir hasta en un 84.03% de concentración de arsénico.
- SEGUNDA.** De acuerdo a la determinación del agua acuíferas en el distrito de Acora con respecto al parámetro de arsénico, se consiguió los siguientes valores de arsénico: P1 se obtiene los valores de 15.2 °C de temperatura, 7.84 en pH y en arsénico se obtiene un valor de 0.0595 mg/L, como lo concreto en los Estándares de las Condiciones del H₂O dulce D.S. 031-2010-SA del Ministerio de Salubridad, nos muestra que el parámetro arsénico NO CUMPLE con la normativa.
- TERCERA.** Acerca de la eficacia del cloruro férrico, se concluye que la dosis optima es en el procesamiento 3 (**T3** - 30 mg/L de cloruro férrico), pues la reunión inicial del arsénico fue de 0.0595 mg/L y después del procesamiento nos da un valor promedio de 0.0095 mg/. Mientras que la dosis menos optima fue en el procesamiento 1 (**T1** - 20 mg/L de cloruro férrico), ya que nos da un valor promedio de 0.0336 mg/L de Arsénico.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA.** A los futuros investigadores se recomienda realizar monitoreos constantes de las aguas del subsuelo del distrito de Acora, para así promover diversos procesamientos que lleguen a reducir los contaminantes de estas aguas.
- SEGUNDA.** Se recomienda a los futuros investigadores trabajar con mayores dosis de cloruro férrico, con el fin de tratar de disminuir el tiempo de contacto de agitación.
- TERCERA.** A los futuros investigadores se recomienda realizar seguimientos en la salud de la población de acora, puesto que el arsénico es un metal dañino para nuestra salud.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriano, C. (2001). *Arsenic. In Trace elements in terrestrial environments*. Springer.
- Amoquimicos. (26 de Agosto de 2019). *Amoquimicos*. Obtenido de <https://shre.ink/8jWi>
- ANA. (2016). *AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA* .
- ATSDR. (2007). *Arsénico*. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.
- AWWA. (2005). *Standard Protocols for Assessing Water and Wastewater*. American Water Works Association.
- Buchet, P., & Lison, D. (2000). *Clues and uncertainties in the risk assessment of arsenic*. Food and Chemical Toxicology.
- Chowdhury, S., Mazumder, J. A., Al-Attas, O., & Husain, T. (2016). *Heavy metals in drinking water: Occurrences, implications, and future needs in developing countries*. Science of The Total Environment. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.166>
- D.S.N°031-2010-SA. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. MINSA, LIMA, PERÚ.
- Fiestas, M. S., & Millones, A. L. (2019). *"INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN Y EL TIEMPO DE CONTACTO DEL CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE COCO EN LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE MÓRROPE"*. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque.



- Flores Cotrado, N. (2021). *Evaluación de remoción de arsénico utilizando hipoclorito de sodio y cloruro férrico en el agua del Río Sama, 2014*. Tacna. Obtenido de <https://shre.ink/DCfi>
- Gan, Y., Wang, Y., Duan, Y., Deng, Y., Guo, X., & Ding, X. (2014). *Study of Hydrogeochemistry and Arsenic Contamination in Groundwater of the Jiangnan Plain , central China*. Obtenido de <https://shre.ink/DCfG>
- Gasque, L. (2013). *Arsénico, el elemento inclasificable*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <https://shre.ink/8jWZ>
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de <https://shre.ink/8jWC>
- Huang, G., Chen, Z., Liu, F., Sun, J., & Wang, J. (2014). Effects of Human Activities and Natural Phenomena on Groundwater Arsenic in Urban Regions (South China) using multivariate statistical techniques. South China: Environmental Science and Pollution.
- Infante Fernández, L. M., & Sosa Palomino, S. J. (1994). *Cuantificación Espectrofotométrico de Arsénico en Aguas de Consumo Humano en la Vertiente del Río Rímac*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://shre.ink/8jWv>
- Mandal, K., & Suzuki, T. (2002). *Arsenic round the world: a review*. Talanta.
- Márquez Ignacio, J. R. (2022). *Determinación de niveles de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Végueta-Huaura, Lima, durante los años 2017-2018*. Lima. Obtenido de <https://shre.ink/8jWK>
- Meek, E., & Hughes, K. (1992). *Evaluating the health hazards of arsenic in the ecosystem: Outcomes of a global symposium on arsenic contamination and its medical implications*.



- Montesinos Paro, H., & Guevara Vera, P. (2019). *Comparación entre los Métodos Raos y Coagulación–Floculación para la remoción de arsénico en agua de consumo humano en la ciudad de Calca*. Universidad Cesar Vallejo, Cusco – Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3484>
- Morán, I., Baldirà, M., Marruecos, L., & Nogué, S. (2011). *Toxicología clínica*. Cataluña. Obtenido de <https://shre.ink/8jWu>
- OMS. (2006). *AGUA PARA CONSUMO HUMANO*. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD.
- OMS. (21 de Marzo de 2022). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://shre.ink/8jW7>
- Ordoñez, J. J. (2011). *Aguas Subterráneas - Acuíferos*. Sociedad Geográfica de Lima, Lima.
- Pochteca. (28 de Abril de 2021). Obtenido de <https://shre.ink/DCIp>
- Saenz Gomez, N. E., & Vilca Neyra, R. (2023). *Efecto de la totora (Schoenoplectus californicus) y cloruro férrico en la disminución de arsénico en las aguas subterráneas en el distrito de Caracoto*. Puno. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/109409>
- Shannon, L., & Strayer, S. (1989). *Arsenic-induced skin toxicity*. Human Toxicology,.
- Smedley, L., & Kinniburgh, G. (2002). *A review of the source, behaviour and*.
- Zwiener, C., & Frimmel, H. (. (2004). *analysis in the aquatic environment and in*. Analytical and Bioanalytical Chemistry.



ANEXOS



Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál será la influencia del cloruro férrico en la disminución del arsénico en aguas subterráneas del distrito de acora región puno? <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Qué concentración de arsénico tendrán las aguas subterráneas del distrito de Acora? ¿Cuál será la influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora? 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la influencia del cloruro férrico en la disminución del arsénico en aguas subterráneas del distrito de acora región puno <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la concentración de arsénico que tendrán las aguas subterráneas del distrito de Acora Determinar la influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora 	<p>La influencia del cloruro férrico en la disminución del arsénico en aguas subterráneas del distrito de acora será significativa</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</p> <ul style="list-style-type: none"> La concentración de arsénico en las aguas subterráneas del distrito de Acora sobre pasan la Normatividad. La influencia de las distintas concentraciones de cloruro férrico en la eficiencia de la remoción del arsénico en aguas subterráneas del distrito de Acora será significativa 	<p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta variable se manipula en el estudio, está dada por las diferentes dosis de cloruro férrico. <p>Variable dependiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> Concentración de arsénico en agua subterránea 	<p>Tipo de investigación. Este análisis se fundamenta en un enfoque cuantitativo, aprovechando la recolección de datos para aprobar la hipótesis, respaldándose en análisis numéricos y estudios estadísticos,</p> <p>Diseño de la investigación Este análisis se lleva a cabo mediante un diseño experimental en un entorno de recinto, en el que la variable independiente es el cloruro férrico y se evalúa la variable dependiente, que es la disminución de arsénico en las aguas acuíferas del distrito de Acora</p>

ANEXO N 01: Panel fotográfico

IMAGEN 1: *Realización de prueba de laboratorio.*



IMAGEN 2: *Pesaje de cloruro ferrico para el analisis de agua.*



IMAGEN 3: *Medición de agua para realizar la prueba de jarras.*



IMAGEN 4: *realización de la prueba de jarras.*





ANEXO N 02: Resultados del 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 018 – 24

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante : Erick Roel Cahua Quispe
1.2. Proyecto : INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Aguas
2.2. Numero de muestras : 01
2.3. Muestreado por : Erick Roel Cahua Quispe
2.4. Fecha de ensayo : 28/03/2024
2.5. Departamento : Puno
2.6. Provincia : Puno
2.7. Distrito : Acora
2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo

Código	Fecha de muestreo	Hora
P1	27/03/2024	09:00

III. RESULTADOS

Código	Temperatura (°C)	pH	Arsénico (mg/L)
P1	15.2	7.84	0.0595

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, 08 de abril del 2024



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 019 – 24

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Erick Roel Cahua Quispe
1.2. **Proyecto** : INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
2.2. **Numero de muestras** : 05
2.3. **Muestreado por** : Erick Roel Cahua Quispe
2.4. **Fecha de ensayo** : 01 – 05/04/2024
2.5. **Departamento** : Puno
2.6. **Provincia** : San Román
2.7. **Distrito** : Juliaca

III. RESULTADOS

Código	Temperatura (°C)	pH	Arsénico (mg/L)
T1	14.5	7.15	0.0324
T2	14.7	7.41	0.0124
T3	14.5	7.21	0.0091
T4	14.3	7.35	0.0102
T5	14.5	7.42	0.0114

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, 08 de abril del 2024



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 020 – 24

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Erick Roel Cahua Quispe
1.2. **Proyecto** : INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DEL ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
2.2. **Numero de muestras** : 05
2.3. **Muestreado por** : Erick Roel Cahua Quispe
2.4. **Fecha de ensayo** : 01 – 05/04/2024
2.5. **Departamento** : Puno
2.6. **Provincia** : San Román
2.7. **Distrito** : Juliaca

III. RESULTADOS

Código	Temperatura (°C)	pH	Arsénico (mg/L)
RT1	15.8	7.05	0.0348
RT2	15.9	7.35	0.0156
RT3	15.6	7.30	0.0098
RT4	15.8	7.42	0.0104
RT5	15.7	7.38	0.0121

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, 08 de abril del 2024

**ANEXO N 03:** Reglamento de la calidad del agua para consumo humano - LMP

de D.S. 031- 2010-SA

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 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 30/07/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ERICK ROEL CAHUACUISPE

Dirección: J.R. AYMARAS S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70364173

Teléfono: 902486726 email: erickcahuacuispe@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras

Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Sanitaria y Ambiental

Título o Grado Académico a optar: TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DEL CLORURO FÉRRICO EN LA DISMINUCIÓN DE ARSENICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL DISTRITO DE ACORA REGIÓN PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): ARSENICO, AGUAS SUBTERRÁNEAS, CLORURO FÉRRICO

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

30/07/2024

Fecha