



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



**CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS
DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI
PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RICHARD QUISPE BAUTISTA

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

**CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS
DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI
PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RICHARD QUISPE BAUTISTA

**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

:

Mgtr. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

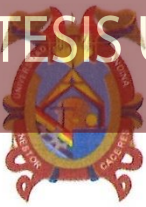
:

Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 444 2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-06954 presentado por el (la) Bachiller: **RICHARD QUISPE BAUTISTA** 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. **RICHARD QUISPE BAUTISTA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : 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, **Mgr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **RICHARD QUISPE BAUTISTA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 21 de junio del 2024
- * **HORA** : 09:30 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

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

cc.
Archivo
interesado (s)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 281-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 4145 presentado por el señor (a) **RICHARD QUISPE BAUTISTA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 301 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 12- 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: **RICHARD QUISPE BAUTISTA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023**, 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° 12- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **RICHARD QUISPE BAUTISTA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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



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

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 179-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca 29 de diciembre del 2023

VISTO: El expediente N° 2023-CU-17779, presentado por el señor (a) **RICHARD QUISPE BAUTISTA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 312-2023-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 035 - 2023 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: **RICHARD QUISPE BAUTISTA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023**, 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° 035-2023 **aprobando** la propuesta de investigación titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023**.

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: **RICHARD QUISPE BAUTISTA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2023
Interesado (a)



CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

14 %

FUENTES DE INTERNET

5 %

PUBLICACIONES

16 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


| | | |
|----------|--|----------------|
| 1 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante | 14 % |
| 2 | repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet | 2 % |
| 3 | repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet | 1 % |
| 4 | hdl.handle.net Fuente de Internet | <1 % |
| 5 | apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 6 | repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 7 | repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |
| 8 | repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet | <1 % |



Metadatos complementarios

| Título de la Tesis | |
|--|---|
| CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUEHUANCA AZÁNGARO 2023 | |
| Datos de autor | |
| Nombres y apellidos | RICHARD QUISPE BAUTISTA |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 75253353 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0006-4031-9560 |
| 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 | JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 01323821 |



| Datos de investigación | |
|--|---|
| Línea de investigación | Contaminación y calidad ambiental - P22 |
| Grupo de investigación | No aplica. |
| Agencia de financiamiento | Sin financiamiento. |
| Ubicación geográfica de la investigación | <p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Azángaro Distrito: Pucara Tiruyo Alto Huancarani Coordenadas: Latitud: 14°95'069"S Longitud: 70°07'410"O URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1j4Ba6CGEsVJ6cDZd4P-4dBlrQyO9mXo&usp=sharing</p>  |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Diciembre 2023 – Junio 2024 |
| URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería | <p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p> |

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO NESTOR CACERES DEL SQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PUNO
 DIRECTOR
 Dr. Efraín Rajillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RICHARD QUISPE BAUTISTA, identificado con DNI Nro. 75253353, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

“ CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023 ”

Asesorado por: MGTR. ARNALDO 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 16 de SEPTIEMBRE del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

Expreso mi gratitud a Dios por consentir llegar a este día, otorgándome la salud y la energía necesarias para conseguir mis metas. Manifiesto mi profundo agradecimiento a mis progenitores por su constante respaldo y amor incondicional, incluso en los tiempos más difíciles. Expreso mi reconocimiento a mi hermana por su continua paciencia y apeo durante mis momentos de vulnerabilidad. Dedico este día en honor a mi abuela.



AGRADECIMIENTOS

En primer término, expreso mi gratitud a Dios por reforzar nuestros espíritus y clarificar nuestro entendimiento, y por haber colocado en nuestra travesía a individuos que han representado una valiosa presencia y apoyo durante toda esta etapa académica.

Deseo manifestar mi gratitud hacia la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, especialmente a la Facultad de Ingeniería Sanitaria y Ambiental junto con su cuerpo docente, quiero expresar mi agradecimiento al equipo del Laboratorio de Calidad Ambiental - EPISA - UANCV por su generosa subvención y apoyo en el intervalo de la realización de mi Proyecto. Además, agradezco a los miembros del jurado por sus meritorias sugerencias y contribuciones.

A mi mentor de tesis, por su norte y respaldo para sobresalir este proyecto.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTOS ii

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS viii

RESUMEN ix

ABSTRACT xi

INTRODUCCIÓN xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática 1

1.2. Planteamiento del problema 4

 1.2.1. Problema general 4

 1.2.2. Problemas específicos 4

1.3. Objetivos de la investigación 4

 1.3.1. Objetivo general 4

 1.3.2. Objetivos específicos 5

1.4. Justificación del estudio 5

 1.4.1. Justificación técnica 5

 1.4.2. Justificación ambiental 5

 1.4.3. Justificación social 6



| | |
|--|---|
| 1.5. Hipótesis | 7 |
| 1.5.1. Hipótesis general | 7 |
| 1.5.2.V Hipótesis específicas..... | 7 |
| 1.6. Variables..... | 7 |
| 1.6.1. Variable independiente: | 8 |
| 1.6.2. Variable dependiente: | 8 |
| 1.6.3. Operacionalización de variables | 9 |

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

| | |
|---|----|
| 2.1. Antecedentes del estudio..... | 10 |
| 2.1.1. A nivel internacional..... | 10 |
| 2.1.2. A nivel nacional..... | 11 |
| 2.1.3. A nivel local..... | 15 |
| 2.2. Bases teóricas | 16 |
| 2.2.1. Agua | 16 |
| 2.2.2. Calidad del agua..... | 16 |
| 2.2.3. Importancia de la calidad del agua | 17 |
| 2.2.4. Impacto de la calidad de agua en la salud..... | 18 |
| 2.2.5. Metales pesados..... | 19 |
| 2.2.6. Efectos de los metales pesados en la salud del ser humano..... | 21 |
| 2.2.7. Arsénico..... | 22 |
| 2.2.8. Aluminio | 23 |



| | |
|--|----|
| 2.2.9. Cadmio..... | 24 |
| 2.2.10. Cromo | 24 |
| 2.2.11. Hierro | 25 |
| 2.2.12. Plomo..... | 25 |
| 2.3. Marco Conceptual..... | 26 |
| 2.3.1. Agua natural subterránea..... | 26 |
| 2.3.2. Agua natural superficial:..... | 26 |
| 2.3.3. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) | 27 |
| 2.3.4. Manantial | 27 |
| 2.3.5. Espectrofotometría..... | 27 |
| 2.3.6. Muestra compuesta | 27 |
| 2.3.7. Caudal..... | 27 |

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

| | |
|--|----|
| 3.1. Tipo de investigación | 28 |
| 3.2. Diseño de investigación | 29 |
| 3.3. Diseño estadístico..... | 29 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de la investigación..... | 30 |
| 3.5. Lugar de estudio | 32 |
| 3.6. Población y muestra | 33 |
| 3.7. Procedimiento Metodológico..... | 34 |
| 3.8. Luego de eso, las muestras fueron ubicadas en una hielera con hielo, con el fin de preservar la calidad original de las mismas..... | 37 |



3.9. Al finalizar, los muestreos fueron trasladados al laboratorio de condición ambiental - EPISA – UANCV para llevar a cabo sus análisis respectivos. ...37

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados41

4.1.1. Resultados de la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo.41

4.1.2. Resultados de la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani.....44

4.1.3. Resultados de la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi.....46

4.1.4. Resultado de la Prueba de Hipótesis49

4.2. Discusiones.....54

CONCLUSIONES.....57

RECOMENDACIONES58

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS59

ANEXOS63

Anexo 1. Matriz de consistencia

Anexo 2. Panel fotográfico

Anexo 3. Resultados de Análisis realizados

Anexo 4. Normativa



INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente investigación. | 9 |
| Tabla 2 Parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua. | 17 |
| Tabla 3 Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación. | 32 |
| Tabla 4 Concentraciones de metales pesados analizadas del agua del manantial de la comunidad de Tiruyo. | 41 |
| Tabla 5 Concentraciones de metales pesados analizadas de las aguas del manantial de la comunidad de Alto Huancarani. | 44 |
| Tabla 6 Concentraciones de metales pesados analizadas de las aguas del manantial de la comunidad de Pucara Choquechambi. | 46 |



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Aspectos alotrópicos del Arsénico y las estructuras: gris, amarillo y negro.....23

Figura 2 Localización de los puntos de muestreo de las aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro.33

Figura 3 Concentración de metales pesados muestreadas del manantial de la comunidad de Tiruyo VS el ECA agua.....43

Figura 4 Concentración de metales pesados muestreadas del manantial de la comunidad de Alto Huancarani VS el ECA agua.....45

Figura 5 Concentración de metales pesados muestreadas del manantial de la comunidad de Pucara Choquechambi VS el ECA agua.....48



RESUMEN

Este estudio se desarrolló en el laboratorio de Condición Ambiental de la facultad de ingenierías de la UANCV, en el mes de enero del 2023; el fin fue determinar la reunión de metales sólidos en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro; en el enfoque metodológico adoptado, se caracteriza por ser cuantitativo descriptivo, implementando un diseño no experimental. Esto implica que se ha optado por un diseño descriptivo simple. Durante la metodología, se hizo usanza de los equipos de protección personal (EPP) necesarios. Además, se provino a la recolección de muestreos de H₂O de las tres comunidades mencionadas, las cuales fueron posteriormente enviadas al recinto para analizar la existencia de metales sólidos. Consiguiendo los siguientes resultados; para la comunidad de Tiruyo el aluminio se localizó una cuantía de 0.003 mg/ L, para arsénico se localizó una cuantía de 0.013 mg/L, para cromo se localizó una cuantía de 0.0003 mg/L, para hierro se localizó una cuantía de 0.036 mg/L, para manganeso se localizó una cuantía de 0.0001 mg/L y para el plomo se localizó una cuantía de 0.0003 mg/L, estos metales se hallan igual y menor que los ECA para Agua; sin embargo , para el cadmio se obtuvo un valor de 1.05 mg/L el cual se halla por encima de los ECA para H₂O; para la comunidad de Alto Huancarani se consiguió valores para metales solidos como: aluminio un valor de 0.003 mg/L, para arsénico se localizó un valor de 0.01 mg/L, para cadmio se halló un valor de 0.868 mg/L, para cromo se localizó un valor de 0.0003 mg/L, para hierro se localizó un valor de 0.033 mg/L, para manganeso se localizó un valor de 0.0001 mg/L y para el plomo se localizó un valor de 0.0003 mg/L, indicando que estos parámetros encontrados son iguales o menores a los ECA para Agua, sin embargo se halló el cadmio con un valor del 0.868 mg/L se



encuentra por encima del ECA; por último, para la comunidad de Pucara Choquechambi se halló aluminio una cuantía de 0.003 mg/L, para arsénico se localizó un de 0.01 mg/L, para cadmio se localizó un valor de 0.928 mg/L, para cromo se localizó una cuantía de 0.0003 mg/L, para hierro se halló un resultado de 0.028mg/L, para manganeso se localizó un resultado de 0.0001 mg/L y para el plomo se localizó una cuantía de 0.0003 mg/L, indicando que estos parámetros localizados son iguales o menores a los ECA para Agua, en cambio para cadmio se reflejó un valor del 0.928 mg/L lo cual se halla por encima del ECA para Agua. Llegando a laa cuantía terminación que los metales sólidos en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro los metales: arsénico, aluminio, cromo, cadmio, hierro, plomo y manganeso se hallan por abajo de los ECA para H₂O, sin embargo, el cadmio se sobrepasa el valor del ECA para agua debido a la geología del área, polución localizada, factores geográficos y ambientales.

Palabras clave: Manantial, metales pesados, cadmio y ECA para agua.



ABSTRACT

This study was carried out in the Environmental Condition Laboratory of the Engineering Faculty of the UANCV, in January 2023; the purpose was to determine the meeting of solid metals in the waters of the Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi communities of the province of Azángaro; the methodological approach adopted is characterized by being quantitative descriptive, implementing a non-experimental design. This implies that a simple descriptive design was chosen. During the methodology, the necessary personal protective equipment (PPE) was used. In addition, water specimens were gathered from the three communities mentioned, which were subsequently sent to the site to analyze the existence of solid metals. The following results were obtained; for the community of Tiruyo, aluminum was found to have a amount of 0.003 mg/L, for arsenic a amount of 0.013 mg/L was found, for chromium a amount of 0.0003 mg/L was found, for iron a amount of 0.036 mg/L was found, for manganese a amount of 0.0001 mg/L was found, and for lead a amount of 0.0003 mg/L was found. 0001 mg/L and for lead a value of 0.0003 mg/L was establish, these metals are equal to and lower than the ECA for water; however, for cadmium a amount of 1.05 mg/L was obtained, which is above the ECA for H₂O; for the community of Alto Huancarani values were obtained for solid metals such as: aluminum with a amount of 0. 003 mg/L, for arsenic a value of 0.01 mg/L was establish, for cadmium a amount of 0.868 mg/L was found, for chromium a value of 0.0003 mg/L was found, for iron a amount of 0.033 mg/L was found, for manganese a value of 0.0001 mg/L was found and for lead a value of 0.0001 mg/L was established. 0001 mg/L and for lead a amount of 0.0003 mg/L was found, indicating that these parameters are equal to or lower than the ECA for water; however, cadmium was found with a amount of 0.868 mg/L,



which is above the ECA; Finally, for the community of Pucara Choquechambi a amount of 0.003 mg/L was found for aluminum, for arsenic a value of 0.01 mg/L was establish, for cadmium a amount of 0.928 mg/L was found, for chromium a amount of 0.0003 mg/L was establish, for iron a value of 0.028 mg/L was found, for manganese a amount of 0.0001 mg/L was establish, and for lead a amount of 0.0003 mg/L was establish, indicating that these parameters were establish to be equal or less than the same. 028 mg/L, for manganese a value of 0.0001 mg/L was establish and for lead a amount of 0.0003 mg/L was found, indicating that these parameters are equal to or lower than the ECA for water, while for cadmium a value of 0.928 mg/L was establish, which is above the ECA for water. The metals arsenic, aluminum, chromium, cadmium, iron, lead and manganese are below the RCT for H₂O, however, cadmium exceeds the value of the RCT for water due to the geology of the area, localized pollution, geographic and environmental factors.

Keywords: Spring, heavy metals, cadmium and ECA for water.



INTRODUCCIÓN

Al presente, el H₂O es un recurso crucial para la persistencia de todas las formas de vida, cuya disponibilidad se ha ido reduciendo con el tiempo, volviéndose además más difícil y costoso de obtener. Ha cobrado una relevancia primordial a escala global, nacional y local, resaltando la urgencia de gestionarlo adecuadamente y promover su consumo consciente. De no ser por el H₂O, nuestro planeta no habría evolucionado hasta el ecosistema rico y diverso que hoy apreciamos, con una abundante vida animal y vegetal que ha surgido tras milenios de evolución natural (Arias Ayala, 2018).

La coexistencia del metal sólido en el H₂O destinada a la ingestión humana constituye una amenaza para la comunidad. Principalmente, la población se expone a estos contaminantes mediante el consumo de H₂O. A pesar de que solo una pequeña cantidad de estos elementos puede acumularse en el organismo (como en los lípidos y en el tracto gastrointestinal), existe el riesgo de provocar enfermedades graves, incluyendo cáncer (Delgado Rodríguez & Zavala Sucuitana, Estudio de la concentración de metales pesados (arsénico, cadmio, mercurio y plomo) en agua para consumo humano en el departamento de Arequipa, 2021).

La reunión de metales sólidos en aguas de las captaciones de manantiales es un tema de gran importancia debido a sus posibles efectos hostiles en la salubridad humana y en los ambientes acuáticos. Los metales sólidos son elementos químicos que pueden estar existentes en el H₂O como resultado de procesos naturales, pero también pueden ser liberados como resultado de diligencias humanas, como la industria, la minería y la agricultura. Estos metales, como el plomo, el mercurio, el arsénico y el cadmio, son conocidos por ser tóxicos incluso en concentraciones muy bajas, y pueden acopiar en los tejidos de los



organismos vivos, lo que puede tener efectos perjudiciales a plazo largo en la salubridad humana y en los ecosistemas acuáticos (Arias Ayala, 2018).

Por lo cual, el fin trascendental de esta investigación es apreciar la preexistencia de metales sólidos en el H₂O de diferentes comunidades Tiruyo, Alto Huancarani y Pucara Choquechambi - Azángaro 2023.

La investigación presentada se instituye en los subsiguientes capítulos:

CAPÍTULO I: MARCO DEL PROBLEMA. En este segmento, se ejecuta una exploración profunda de la contexto problemático, examinando su alcance a escala global, nacional y comunitaria. Este examen permite formular preguntas esenciales y definir los objetos que situarán el estudio, **CAPITULO II: MARCO TEORICO**, este segmento se dedicará a explorar los antecedentes del estudio, proponiendo una perspectiva que precede a la investigación presente, junto con un extenso soporte teórico que sustenta los principios fundamentales. También se propone profundizar y desarrollar los conceptos relevantes para la investigación. Adicionalmente, se presentará el marco conceptual, el cual establece las definiciones claras de las cláusulas esenciales en el estudio, **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**, esta parte describe detalladamente el método de investigación adoptado, incluidos el diseño y el enfoque del estudio, así como las técnicas y herramientas empleadas. **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**, aquí se presentan las respuestas a las interrogantes expresadas, estructuradas de acuerdo a los objetivos establecidos. Se utiliza una combinación de tablas y gráficos para presentar los datos, seguidos de un análisis exhaustivo de los hallazgos. Las conclusiones se extraen a partir de los resultados obtenidos al final de este capítulo.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

1.1.1. A nivel internacional

Ahora, entre los metales sólidos más frecuentemente hallados en los cursos fluviales destacan zinc(Zn), el plomo(Pb), cadmio(Cd), cromo(Cr), cobre(Cu) y manganeso(Mn). De estos, el Cr, Cu, Mn y Zn resultan ser micronutrientes fundamentales para el desarrollo de plantas y microorganismos. Por otro lado, no se ha encontrado que el Cd y Pb desempeñen una función fisiológica beneficiosa, siendo en cambio nocivos en niveles elevados afectando la flora, fauna o hasta inclusive la salud humana los más afectados son las personas vulnerables como el adulto mayor y los infantes. La problemática de los metales sólidos en los manantiales a nivel internacional es una preocupación multifacética que requiere acciones concertadas a nivel global para proteger la salud humana y preservar los ecosistemas acuáticos para las generaciones futuras (Capacoila Coila, 2017).

1.1.2. A nivel nacional

Actualmente, en el recinto nacional, el H₂O representa uno de los recursos nativos más valorados y es fundamental para la subsistencia de la vida, incluyendo



plantas, animales y seres humanos. Además, el derecho a utilizar y acceder al H₂O es fundamental para asegurar la salubridad y la alimentación globalmente y, en particular, en Perú. La disponibilidad de H₂O de buena condición y en cuantía apropiada trasciende las cuestiones técnicas o de administración, abarcando temas de equidad general (DIGESA, 2011).

Por otro punto, la equívoca de los metales sólidos en los manantiales es un argumento de gran inquietud debido a disímiles factores que incluyen la acción minera, la polución industrial, la deforestación, la agricultura demoledora y la usanza indiscriminada de agroquímicos, así que pesticidas y fertilizantes, pueden contaminar los manantiales con metales sólidos, ya que estos productos pueden infiltrarse en la superficie y alcanzar a los cuerpos acuáticos subterráneos. Además, la usanza de mercurio en la estirpe de oro de manera artesanal y en operaciones a pequeña escala también contribuye a la polución del H₂O (Arce Sancho, 2017).

1.1.3. A nivel local

La región de Puno se distingue por la abundancia de manantiales, gracias a la diversidad geográfica de sus ciudades. Muchas de estas comunidades dependen del H₂O proveniente de estas fuentes naturales, o sea, de las aguas acuíferas que surgen a la superficie debido a la configuración del terreno. Estas aguas adquieren una composición única a través de su filtración por el suelo, enriqueciéndose con minerales que definen sus propiedades distintivas. Sin embargo, este proceso también puede resultar en la polución del H₂O con materia orgánica, metales sólidos, gases o microorganismos. Además, no se implementan políticas gubernamentales de resguardo para los manantiales, siendo la responsabilidad de su conservación asumida únicamente por algunos municipios, colectivos de agricultores y consumidores que efectúan actividades de limpieza y conservación



(Rodríguez García, Martínez Muñoz, Domiciano, Lucas Veguillas , & Acevedo de Pedro, 2003).

La cuenca Ramis se encuentra en el sector sureste de Perú, en la parte norte de la vertiente oriental del Lago Titicaca, entre las coordenadas 14°03' - 15°24' latitud sur y 71°07' - 69°34' longitud oeste. Su punto más alto se halla en el nevado de Ananea, alcanzando los 5828 m.s.n.m., en tanto que el punto más bajo está situado a 3815 m.s.n.m., en la estación hidrométrica del puente Ramis. La cuenca incluye las subcuencas del afluente Grande, afluente Azángaro, afluente Ayaviri, afluente San José y la laguna de Arapa. El afluente Ramis, siendo el más extenso dentro de la cuenca del Titicaca, origina cerca del néveo Ananea Grande y la acequia La Rinconada, a una altitud de 5828 m.s.n.m., inicialmente conocido como afluente Carabaya. A lo largo de su trayectoria, adopta diferentes nombres según la región por la que fluye.

La subcuenca del afluente Azángaro comprende una sección del afluente Ramis y el estudio se centró en el fragmento que va de Crucero a San Antón, extendiéndose por una longitud de 83.7 km. Esta área está situada al norte de Puno y constituye un importante centro de actividad minera en la región. Históricamente, en las localidades de Rinconada, Ananea y Crucero se han desarrollado operaciones mineras orientadas a la extracción de oro. En esta región, predominan los mineros no regulados e ilegales, con solo unos pocos operando dentro de la formalidad. Para la obtención de oro, tanto las minas como las instalaciones de procesamiento recurren a técnicas que involucran el uso de sustancias químicas, trituración en molinos de amalgamación y, recientemente, una técnica combinada de amalgamación con mercurio y lixiviación con cianuro. Esta última mejora la eficiencia de la extracción y los beneficios económicos, pero al mismo tiempo



aumenta la polución debido a la falta de tecnologías de protección ambiental en sus operaciones. La trituración del mineral sulfuroso, que contiene una alta concentración de metales sólidos, seguida de su lavado, resulta en la generación de lixiviados con elevadas cuantías de metales potencialmente peligrosos, presentes tanto en solución como en partículas sólidas. La gestión deficiente de estos residuos líquidos mineros provoca que gran parte de ellos termine en los afluentes principales del acuífero Ramis, llevando consigo significativas cargas de metales sólidos.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

- a) ¿Cuál será la concentración de metales pesados en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de Azángaro - 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál será la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo?
- b) ¿Cuál será la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani?
- c) ¿Cuál será la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- a) Determinar la concentración de metales pesados en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de Azángaro – 2023



1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo.
- b) Determinar la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani.
- c) Determinar la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi.

1.4. Justificación del estudio

1.4.1. Justificación técnica

La justificación técnica de la valoración de metales en H₂O para ingesta humana se centra en la necesidad de resguardar la salubridad pública, cumplir con las normativas y regulaciones, identificar fuentes de polución, aprovechar la tecnología de análisis avanzada y garantizar un monitoreo continuo de la condición del agua potable. Estas fuentes pueden incluir actividades industriales, agrícolas, mineras y urbanas que liberan metales sólidos al medio ambiente. Comprender las fuentes de polución es fundamental para implementar estrategias efectivas de gestión y control.

1.4.2. Justificación ambiental

En el marco de este estudio, el elemento ambiental clave son las aguas del manantial en la provincia de Azángaro, las cuales han servido históricamente como pilar para la supervivencia tanto del ecosistema como de la comunidad humana. No obstante, actualmente estas aguas enfrentan una reducción en su calidad, un fenómeno atribuido a la expansión demográfica. Esto se debe a la diversificación de actividades humanas y a la fundación de asentamientos en zonas remotas y no



propicias, generando así un conflicto por el acceso a los recursos esenciales para la vida.

Por ende, este estudio es realizable y apropiado, pues instala de materiales necesarios y los recursos humanos. Además, las habilidades, la formación y la capacidad de competencia están alineadas con los objetivos de esta investigación.

1.4.3. Justificación social

Con esta tesis de exploración se pretende determinar la concentración de metales sólidos de las diferentes comunidades de la provincia de Azángaro. Dado que el H₂O constituye un recurso primordial para el progreso de la sociedad, frecuentemente es consumida y liberada al medio ambiente sin el tratamiento apropiado. Este descuido suele estar vinculado con problemas de salud pública, ya que en muchas ocasiones el H₂O destinada al consumo humano no cumple con las normativas sanitarias actuales, personificando un riesgo para la salubridad de la comunidad que reside en esos lugares.

El propósito de este estudio es fomentar el interés y la comprensión entre la población acerca de la problemática asociada a la polución del H₂O por metales sólidos, además de sensibilizar a las autoridades pertinentes sobre la importancia de efectuar monitoreos regulares en las fuentes de H₂O destinadas a la ingesta humana. De esta manera, se procura garantizar el cumplimiento total de la normativa actual, disminuyendo así el peligro de sufrir enfermedades.



1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- La concentración de metales pesados en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de Azángaro – 2023 es significativas.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Al menos uno de los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo supera el límite permitido por las normas de calidad del agua.
- Al menos uno de los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani supera el límite permitido por las normas de calidad del agua
- Al menos uno de los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi supera el límite permitido por las normas de calidad del agua.

1.6. Variables

Seguidamente, detallaremos las variables cuantitativas continuas utilizadas en el estudio, caracterizadas por adoptar una cuantía infinita de valores numéricos dentro de un período o rango determinado. Las variables incluidas son:



1.6.1. Variable independiente:

- a) Esta variable no se manipula en el estudio, pero si es cambiante a lo largo del tiempo, sería los 03 manantiales, de las 03 comunidades de la provincia de Azángaro.

1.6.2. Variable dependiente:

- a) Calidad del agua en referencia a los metales pesados.



1.6.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la investigación actual.

| Variable | Dimensión de análisis | Indicadores | Unidad |
|------------------|--------------------------|--------------|--------|
| Calidad del agua | Medidas Físicos-Químicas | Temperaturas | °C |
| | | pH | |
| | | Aluminio | mg /L |
| | | Arsénico | mg /L |
| | | Cadmios | mg /L |
| | | Calcios | mg /L |
| | | Cromos | mg /L |
| | | Hierros | mg /L |
| | | Magnesio | mg /L |
| | | Manganeso | mg /L |
| Plomos | mg /L | | |
| Potasios | mg /L | | |



CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. A nivel internacional

Chávez (2011) en su juicio "Detección de metales sólidos en H₂O", tuvo como objetivo la clasificación, detección y cuantificación de Zn, Cd, Pb, Mn y Cu. La metodología propuesta para identificar metales sólidos en el H₂O consiste en un diseño experimental que utiliza luz ultravioleta, con el objetivo de desarrollar un método eficaz, accesible económicamente y fácilmente transportable. En contraste, la técnica convencional empleada para esta finalidad es la espectrofotometría de absorción atómica, la cual, a pesar de su efectividad, resulta ser costosa y no ofrece la ventaja de la portabilidad. Los resultados obtenidos a través de esta metodología revelaron que, en el espectro de 200 a 400 nm, la transmitancia se distingue claramente, facilitando la identificación tanto cualitativa como cuantitativa de metales sólidos. Para el metal como el zinc(Zn), plomo(Pb), cadmio(Cd), manganes (Mn) y cobre(Cu), se logró una clasificación precisa y una respuesta favorable en concentraciones que varían de 100 ppm a 10,000 ppm.



Sin embargo, Espíritu et al. (2022) en su investigación “Comportamiento de metales sólidos en los sistemas acuáticos del Laguna Titicaca, afluyente Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa dentro del medio TDPS” este estudio se propuso valorar la condición del H₂O y el comportamiento de los metales sólidos tanto en aguas superficiales como acuíferas. En su metodología, se siguieron las directrices y procedimientos estandarizados de control para analizar la condición de desemejantes tipos de aguas: superficiales, municipales remanentes y acuíferas, además de los sedimentos. Los criterios para elegir los puntos de muestra de aguas de superficies y acuíferas incluyeron la facilidad de acceso al lugar de muestreo, la representatividad y la integridad de las muestras. Los análisis revelaron concentraciones de arsénico superiores a lo permitido según los ECA para aguas que pueden ser tratadas convencionalmente para potabilización (Cat1A2) con valores de 2.4 mg/l; en el caso del boro, se registraron niveles más elevados que los límites señalados en los ECA para regadío de vegetales (Cat3D1) siendo de 16 mg/l. En lo que respecta al mercurio, el punto de muestreo en el afluyente Maure – Centro Poblado Maure Pucuyo (PAS11) presentó una concentración de este metal (0,00012 mg/l) que excedió los estándares para la subsistencia del ambiente acuático en afluentes de sierra (ECA-Cat4E2). Por otra parte, las reuniones de mercurio en otros puntos de muestras de aguas superficiales tanto en Bolivia como en Perú vivieron por abajo del límite detectable por el laboratorio (<0,0009 mg/l).

2.1.2. A nivel nacional

Según Guillen y Torres (2015) en su tesis “Evaluación y seguimiento de los paralelismos de arsénico en el agua dulce obtenida de fuentes de superficies y manantiales, realizada por SEDAPAR en Arequipa durante el año 2014”, tuvo como



finalidad de establecer Arsénico por medio de Espectroscopio de Absorción Atómica en la matriz de H₂O dulce en Arequipa, En el estudio se esgrimió la técnica de espectroscopia de impregnación atómica con reproducción de hidruros, adecuada para medir las reuniones de arsénico, conforme a lo prescrito por la norma NCh 409/1 – Of.2005. Los análisis realizados en Tiabaya revelaron niveles de arsénico que varían desde un minúsculo de 0.037 mg/L hasta un colosal de 0.050 mg/L, con un valor promedio de 0.042 mg/L. La detección de arsénicos en este distrito se debe a que el H₂O proviene de una fuente de manantiales sin tratamiento completo, siendo tratada únicamente mediante cloración.

Chávez (2016) en su proyecto “Análisis de la presencia de metales sólidos en H₂O de manantiales La Quintilla y en el sistema de distribución de rocío dulce del distrito de Sucre-Celendín”, El propósito de este estudio fue medir la reunión de diversos metales sólidos (Zn, Pb, Fe, Al, Cu, Cd, Cr) durante el período seca y el período de lluvias. Para efectuar y avanzar en este estudio, se estableció y efectuó un plan para recolectar información mediante el monitoreo de muestras de H₂O, realización de encuestas y recolección de datos principales provenientes de la Junta Administradora de Servicio y Saneamiento, la Municipalidad Distrital y el Puesto de Salubtridad de Sucre, con el objetivo de enriquecer y vincular la pesquisa obtenida. Los resultados de la medición de metales sólidos arrojaron los siguientes valores: el plomo presentó una reunión de 83.97 mg /L, el cadmio de 26 mg /L, el cobre de 31.02 mg /L, el cromo de 37.85 mg /L, el hierro de 40.04 mg /L, el aluminio de 52.62 mg/L y el zinc de 75.00 mg /L. En resumen, los niveles detectados de metales sólidos no superan los límites permitidos por las regulaciones internacionales y nacionales aplicables al H₂O destinada para la ingesta humana, según lo dispuesto en el D.S N° 031-2010-SA y las directrices de la OMS. Por lo



tanto, se aconseja la implementación de un Sistema de monitoreo continuo que posibilite identificar, en momentos específicos y periodos concretos, las concentraciones de metales sólidos. Esto facilitará la determinación precisa del procesamiento necesario.

Por otro lado, Cieza (2017) en su investigación "Paralelismos de determinados metales sólidos en el agua dulce de la zona urbana del distrito de Hualgayoc-2017", El objeto del estudio u investigación fue determinar las analogías de ciertos metales sólidos presentes en el suministro de agua dulce en el contexto urbano de Hualgayoc Se tomaron muestras de los regímenes de H₂O "Peña Blanca" y "Mirador" en momentos distintos, esgrimiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la condición de los Recursos Hídricos (ANA). Se localizaron concentraciones de mercurio a 0.0002 mg /L, cadmio a 0.002 mg /L, cromo a 0.002 mg /L, arsénico a 0.003 mg /L y plomo a 0.003 mg/L, lo que sugiere que el H₂O en las zonas urbanas de Hualgayoc está libre de polución por metales sólidos, manteniéndose por abajo de los estándares y límites admitidos por el estándar ambiental y de salud peruana. Sin embargo, se advierte sobre potenciales fuentes de polución como tuberías de metal, pinturas en utensilios de cocina y la combustión, recomendando la realización de monitoreos constantes de metales sólidos tanto en las fuentes hídricas como en sus alrededores.

Moran (2021) en su estudio "Dinámica de metales sólidos y su autoridad en la condición del H₂O en la porción minúscula del afluente Chili, Arequipa, durante los tiempos del 2017 a 2019", tuvo como finalidad establecer la conducta de la reunión de metales sólidos en la fragmento bajo del afluente Chili. En su estudio es de diseño no experimental/longitudinal, en donde primero se seleccionó el área de estudio oquedad media, parte baja del afluente Chili, después se realizó la



recopilación de pesquisa monitorios, término derivada de las entidades subsiguientes: ANA, SMCV, Designio IBA-0034-2016 U.N.S.A. Indaga, por último, se hizo los procesamientos y estudios de datos, sistematización del sumario de condición de H₂O ICA-PE y el sumario generalizado de polución OIP. Obteniéndose los siguientes resultados para aluminio se obtuvo 2.76 mg/l, para arsénico se obtuvo 0.02mg/l, para boro se obtuvo 0.80 mg/l, para cadmio se obtuvo 0.00200mg/l, para cobre se consiguió 0.01 mg/l, para cromo se obtuvo 0.01 mg/l, para hierro se obtuvo 1.79 mg/l, para manganeso se consiguió 0.10 mg/l, para plomo se obtuvo 0.00501 mg/l, concluyéndose así que todos los metales analizados en esta investigación se hallan por debajo de lo ajustado en el ECA.

Delgado y Zavala(2021) en su estudio titulado "Análisis de los paralelismos de metales sólidos (plomo, arsénico, mercurio y cadmio) en el agua dulce en Arequipa", El propósito de este estudio consistió en medir los niveles de cadmios, arsénico, plomo y mercurio(m) en el H₂O consignada a la ingestión humana en Arequipa. Para ello, se adoptó una metodología de investigación basada en el método inductivo, con un enfoque descriptivo que integra aspectos cualitativos, cuantitativos y transversales. Este estudio se caracteriza por su enfoque no experimental, analizando la reunión de metales sólidos en varias fuentes de H₂O dulce en Arequipa. La recopilación de datos se realizó por medio de la revisión de documentos, utilizando fichas de registro como herramienta principal. Los hallazgos mostraron concentraciones de cadmios a 0.0002 mg /L, arsénico a 0.0288 mg /L, plomo a 0.005 mg /L y mercurio a 0.0002 mg /L. En la demarcación de Camaná localizamos, arsénico 0.0170 mg/ L, cadmio 0.0083 En la provincia de Caravelí, se reconoció una reunión de mercurio de 0.0699 mg /L. En Castilla, las concentraciones encontradas fueron: cadmio 0.00003 mg/L, arsénico 0.0003 mg/L,



plomo 0.0001 mg/L y mercurio 0.00005 mg/L. En Condesuyos, se detectaron niveles de cadmio 0.00001 mg/L, arsénico de 0.00128 mg/L, plomo 0.00035 mg/L y mercurio 0.0005 mg/L. En Islay, las concentraciones medidas yacieron: cadmio 0.00081 mg/L, arsénico 0.10534 mg/L, plomo 0.00714 mg/L y mercurio 0.00006 mg/L. Se concluyó que la generalidad de las mediciones excede los límites señalados tanto por el D.S. N°031-2010-SA-MINSA como por la OMS.

2.1.3. A nivel local

Por otra parte, Coa (2023) en su exposición "Valoración de reuniones de mercurio en fuentes de H₂O potable comercializadas en La Rinconada, Ananea - Puno, durante el año 2022", el fin primordial del estudio fue establecer si las reuniones de mercurio (Hg) presentes en los depósitos de H₂O potable mercantilizados en "La Rinconada" exceden los niveles máximos permitidos según las normativas de la OMS/MINAM. La sistemática empleada en esta publicación adoptó una dirección cuantitativa, esgrimiendo un diseño cuasiexperimental junto con niveles descriptivos e inferenciales de investigación. Se recogieron muestras de los puntos de venta de agua dulce para los ciudadanos de 4 áreas del Centro Poblado La Rinconada (San Jorge, Riticucho, 3 de Mayo, San Francisco), seleccionando 10 muestras de cada zona para su posterior estudio. Las derivaciones de los estudios mostraron que los niveles de mercurio en Riticucho variaron entre 0.00001 y 0.00021 mg/L, en San Jorge entre 0.0002 y 0.00557 mg/L, en San Francisco entre 0.00002 y 0.00008 mg/L, y en Tres de Mayo entre 0.00001 y 0.00008 mg/L. Se concluyó que el 82.89% de los muestreos presentaron niveles de mercurio por debajo de los límites máximos permitidos por la OMS/MINAM, sin observarse discrepancias significativas en las reuniones de mercurio en los diferentes depósitos de H₂O.



2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

El agua (H₂O) representa un dispositivo imprescindible de los ecosistemas, crucial para el mantenimiento y perpetuación de la existencia en la Tierra, dado que es vital para la realización de procesos biológicos necesarios para su existencia (Paredes Díaz, 2018).

El agua representa el elemento más prevalente dentro de los organismos, constituyendo aproximadamente el 70% del contenido corporal en promedio. Esta proporción no es uniforme en todos los seres; los vegetales, por ejemplo, presentan un mayor contenido acuoso que los animales. Asimismo, hay diferencias entre tejidos; el tejido adiposo contiene entre un 10% y un 20% de H₂O, considerablemente menos que el tejido nervioso, que puede llegar hasta el 90%. La proporción de H₂O también cambia con la edad, siendo mayor en organismos jóvenes en comparación con los antecesores (Paredes Díaz, 2018).

2.2.2. Calidad del agua

El estado del H₂O se caracteriza por el vinculado de patrimonios químicas, físicas y biológicas que determinan su capacidad para diferentes usos específicos, considerando cómo estas características satisfacen las demandas del consumidor. Además, los aspectos que definen la condición del H₂O incluyen la presencia y reunión de gases y sólidos, ya sea en estado suspendido o disuelto (Mendoza, 1996).

Analizar la calidad del H₂O implica una táctica integrado que inspecciona sus talentos químicos, físicos y biológicos, teniendo en cuenta su estado natural,



las influencias antropogénicas y los impactos asociados con la salubridad de los ecosistemas acuáticos (Mejía Clara, 2005).

Factores esenciales químicos, biológicos y físicos para valorar la posición hídrica:

Tabla 2

Parámetros físicos, químicos y biológico para determinar la calidad del agua.

| Parámetros | Descripción |
|-----------------------|---|
| Parámetros físicos | Residuos o sólidos, turbiedad, olor, sabor y color, y temple. |
| Parámetros químicos | Sulfatos, grasas y aceites, alcalinidad, conductividad eléctrica, dureza, cloruros, sodio, pH. |
| Parámetros biológicos | Sargazos bacterias (coliformes termo tolerantes y coliformes totales), virus, protozoos, helmintos patógenos y arqueos heterotrófico. |

Nota. Esta tabla modela los vitales parámetros para determinar la posición del agua, citado por Mejía (2005) – Organización Mundial de Salud, 2008omg.

2.2.3. Importancia de la calidad del agua

El agua, esencial para la existencia, tiene un papel esencial en la hidratación del cuerpo de los seres vivos. y se incorpora en la dieta diaria. Desde la perspectiva de la ciencia de los alimentos, el H2O es notablemente importante tanto por su amplio uso en la fabricación de alimentos como por ser consumida directamente. Para considerarse apta como alimento, el H2O debe desempeñar con ciertos patrones de composiciones químicas y limpieza (Vallejos, 2001).

El valor del H2O como recurso para las comunidades se reconoce por su papel crítico en el adelanto cambiario y los avances sociales de las potencias. Como la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agronomía y la



Alimentación), la agronomía, un pilar clave para el patrimonio de muchas naciones, demanda aproximadamente el 70% del total del H₂O utilizada. En contraste, los sectores industriales consumen un 20%, y solo el 10% se destina a uso residencial. Otro desafío significativo es la condición insuficiente del H₂O (Contreras Chura, 2021).

La (OMS, 2006), reportó en 2006 que más de 1000 millones de individuos en el universo no tienen dirección a fuentes de H₂O limpia. Especialmente en las áreas rurales, aproximadamente el 29% de la urbe carece de accesos a H₂O potable y el 62% no dispone de servicios apropiados de asepsia. En países en vías de progreso, alrededor del 90.0% al 95.0% de las aguas remanentes y el 70.0% de los inmundicias automáticos se vierten directamente en entidades de H₂O sin procesamiento previo, polucionando así las fuentes disponibles de agua.

Del mismo modo, la práctica de la agricultura, especialmente en naciones desarrolladas, favorece significativamente a la polución de las aguas acuíferas y de superficie. Esto se debe al arrastre de pesticidas y fertilizantes, así como a los efectos del aguacero ácido (Molina, 2002).

2.2.4. Impacto de la calidad de agua en la salud

El H₂O desempeña un papel crucial en la existencia personal, tanto por su uso directo como por ser un componente vital para el mantenimiento de los ecosistemas. Actúa como un factor determinante en la salubridad o en la aparición de enfermedades. El acceso a agua dulce y limpia es fundamental para el bienestar humano, dado que el H₂O contaminada se transforma en un medio primario para la difusión de patologías, afectando principalmente a las poblaciones más vulnerables, incluyendo a los niños (Contreras Chura, 2021).



Las patologías resultantes del consumo de H₂O impura incluyen las siguientes:

- a) Afecciones de origen microbiológico transmitidas a través del agua: estas enfermedades se caracterizan por su alta capacidad de transmisión a través de diversos vectores, como los alimentos y el contacto manual. Entre estas, se contienen el cólera, la calentura tifoidea, la infección bacilar y amebiana, así también la gastroenteritis y gastritis (Ramos Flores, 2019).
- b) Patologías químicas derivadas del agua: se refieren a las afecciones concernientes con el consumo de H₂O que sujeta enjundias tóxicas en reuniones perjudiciales. Estas sustancias pueden ser de origen tanto nativa como sintético y a menudo se encuentran en áreas específicas. Ejemplos incluyen la metahemoglobinemia en niños, fluorosis endémica crónica y casos de gastroenteritis causados por la ingesta de alimentos poluidos con agentes patógenos o compuestos tóxicos como el plomo, hierro o arsénico (Ramos Flores, 2019).
- c) Afecciones provocadas por el contacto directo con agua: Estas enfermedades se originan cuando organismos patógenos comprenden en el organismo por medio de la piel. Un caso habitual de este tipo de padecimiento es la esquistosomiasis, también conocida como biliarziasis (ECODES, 2005).

2.2.5. Metales pesados

Los metales sólidos se concretan como aquellos metales cuya densidad es de 5 g/cm³ o más en su estado elemental, representando menos del 0.1% de la composición de la corteza terrestre, frecuentemente incluso menos del 0.01% (Aramburo Vélez, 2011).

La detección de aleaciones sólidos en el H₂O consignada a la ingesta es crucial en las evaluaciones de la condición química del agua, considerando la toxicidad inherente a estos elementos. Dichos metales pueden tener efectos nocivos tanto en quienes ingieren el H₂O como en los procesos de purificación (OPS, 1995).

Los metales sólidos se clasifican en dos categorías distintas:

- a) **Los Micronutrientes:** esenciales para el crecimiento de ciertos seres vivos, estos elementos son necesarios en cantidades mínimas o trazas, pero pueden resultar tóxicos si se supera un determinado límite. Este grupo incluye el cobalto (Co), arsénico (As), cromo (Cr), manganeso (Mn), cobre (Cu), hierro (Fe), selenio (Se), molibdeno (Mo), zinc (Zn) y vanadio (V) (Galán, 2008).
- b) **Metales pesados no esenciales:** Estos elementos, en ciertas concentraciones dentro de los organismos, causan alteraciones funcionales, siendo altamente venenosos y caracterizados por su capacidad de bioacumulación. Los más relevantes incluyen: cadmio (Cd), berilio (Be), níquel (Ni), mercurio (Hg), antimonio (Sb), plomo (Pb), titanio (Ti) y estaño (Sn) (Galán, 2008).

Zafra y López (2009), se establece que existen tres rutas fundamentales a través de las cuales los metales sólidos ingresan a los ecosistemas marítimos:

- a) **La vía atmosférica:** Ocurre a través de la deposición de partículas liberadas en el aire por actividades tanto nativas como generadas por el hombre, destacando principalmente la quema de inflamables fósiles y la fundición de metales.



- b) **La vía terrestre:** Esta polución ocurre a través de la infiltración de desechos, el flujo superficial desde suelos contaminados (incluyendo actividades mineras, el uso de biosólidos como fertilizantes, la lixiviación de desechos sólidos y la deposición desde la atmósfera) y otros factores de origen natural.
- c) **La vía directa:** Esta situación es a causa de la descarga directa de aguas remanentes derivadas de diligencias urbanas e industriales en los ríos.

2.2.6. Efectos de los metales pesados en la salud del humano

Según la enumeración de sustancias contaminantes de interés de las Agencias de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA, 2015), los metales considerados tóxicos incluyen: cromo, arsénico, níquel, selenio, cobalto, zinc, cobre, titanio, mercurio, cadmio y plomo.

La potencial carcinogenicidad de los metales sólidos y metaloides ha sido objeto de exhaustivos estudios. Las Agencias Internacionales para el estudio del Cáncer categoriza estas sustancias según su capacidad carcinogénica: dentro del grupo 1 (Carcinógenos confirmados para humanos) se incluyen los agregados de cromo (VI), tanto arsénico orgánico como inorgánico, cadmio, hierro (en contextos de exposición laboral) y níquel; mientras que el plomo inorgánico y sus compuestos se clasifican en el conjunto 2A (Carcinógenos probables para humanos) (IARC, 2002).

Los impactos en la salud humana generados por estos elementos varían según el tipo de compuestos, la vía de exposiciones, la cantidad y el período de exposiciones. Las formas de entrar en contacto con estos metales incluyen respirar humos o aire polucionado, consumir alimentos o agua contaminados, el uso de

ciertos medicamentos o el contacto directo con la piel. Hoy en día, la ingesta de H₂O contaminada se considera una de las primordiales vías de exposición a causa de la polución de los acuíferos (Rojas , 2002).

2.2.7. Arsénico.

El arsénico, ampliamente presente en agua, rocas, tierra, la hidrosfera y la biosfera, se disemina a través de mezclas naturales, erosión, erupciones volcánicas y procesos biológicos. Además, las diligencias humanas como la minería, las combustiones de fósiles, y la usanza de pesticidas y herbicidas intensifican su movilidad. Esto ha llevado a la OMS a establecer normativas para disminuir los niveles de arsénico en el agua dulce, fijando un límite entre 0.05 y 0.01 mg/L (Tapia, 2017).

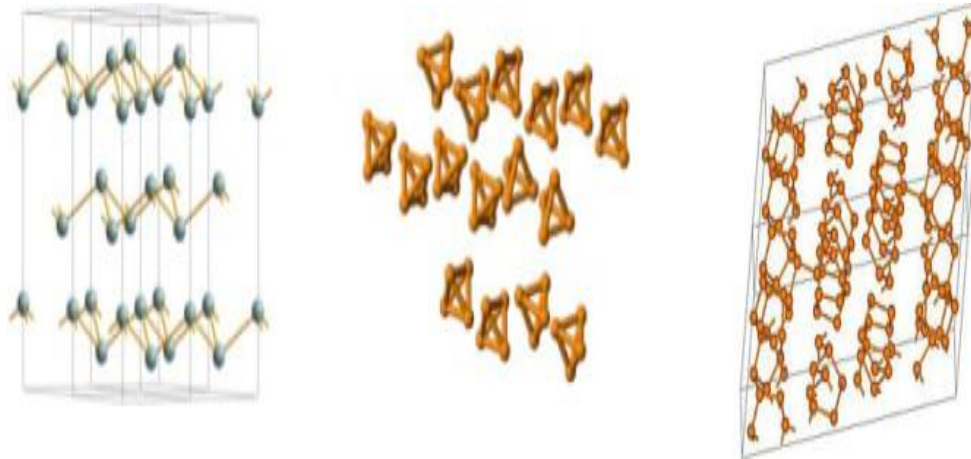
El arsénico, representado por el símbolo As en el listón periódico, ostenta un número atómico de 33.0 y un peso atómico de 74,920. Se halla generosamente distribuido en la hidrosfera, biosfera y atmósfera, constituyendo alrededor del 0.0005% ($5 \times 10^{-4}\%$) de la corteza terrenal, y es uno de los compendios más prevalentes, clasificándose dentro de los veinte más abundantes según Fiestas & Millones (2019). El arsénico (As) se combina para formar distintos tipos de compuestos inorgánicos, así como hidruros, óxidos, haluros, sulfuros, y ácidos, así como compuestos orgánicos, incluyendo metilarsonico y dimetilarsonico. Estos últimos pueden concebir por medio de terminologías de biometilación realizados por microorganismos en realidades ambientales atenuas (Vitela, 2011).

Los cambios en el estado de enmohecimiento del arsénico, y por supeditado su desplazamiento, son mayormente afectados por los escenarios redox(potencial redox, Eh) y el pH del entorno. La primordial forma de esparcimiento del As en el ambiente es a través del H₂O. La reunión de arsénico en aguas nativas varía

significativamente y depende del tipo de arsénico presente en la superficie (Caicedo & Fuentes, 2020).

Figura 1

Aspectos alotrópicos del Arsénico y su estructuras: gris, amarillo y negro.



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

2.2.8. Aluminio

El aluminio, siendo los metales más prevalentes en corteza terrestre con un porcentaje aproximado del 8%, se halla tanto en aguas superficiales como acuíferas de manera natural. Su presencia en el H₂O se debe principalmente a su inclusión en la composición de arcillas, manifestándose en formas solubles o como parte de sistemas coloidales que contribuyen a la turbidez del agua. Comúnmente, las reuniones de aluminio en aguas de superficie varían entre 0,1 y 10 partes por millón (ppm) (Suarez, 2008).

El aluminio se encuentra de manera generalizada en vegetales y en la generalidad de las alineaciones roqueras, particularmente en las de origen ígneo, donde se presenta en forma de minerales de silicato de aluminio. Dependiendo de las condiciones químicas, estos minerales pueden disolverse y permitir que el aluminio precipite como minerales arcillosos, hidróxidos de aluminio o una

combinación de ambos, dando lugar a las bauxitas, que constituyen la primordial materia prima para la producción industrial de aluminio (Custodio & Díaz, 2001).

2.2.9. Cadmio

El cadmio se localiza predominantemente en cortezuela terrenal y se introduce en el medio ambiente principalmente por medio de la superficie, dado que forma parte de los fertilizantes y pesticidas utilizados en la agricultura (Borrego, Morales,, De la Torre, & Grande, 2022).

Las fuentes tanto naturales como originadas por la actividad humana del cadmio abarcan las descargas industriales, además de la usanza de fertilizantes y el riego de cultivos con aguas remanentes (Torres, 2005).

Los fertilizantes derivados de fosfatos son un vehículo significativo para la propagación de la polución por cadmio, siendo la solubilidad de este metal en el H₂O afectada por la acidez ambiental. Los compuestos de cadmio, ya sean sedimentables o en suspensión, pueden solubilizarse ante un aumento de la acidez (DIGESA, 2002).

2.2.10. Cromo

El cromo en el entorno natural se halla prácticamente solo en estado combinado, yaciendo la cromita (asimismo acreditada como cromoferrita o pirita crómica) el mineral de cromo más distinguida (OMS, 2006).

En su estado natural, el cromo se exterioriza casi enteramente en forma de distintos mixtos, con la cromita (asimismo acreditada como cromo ferrita o pirita crómica) siendo el mineral de cromo de mayor relevancia (OMS, 2006).

La existencia del cromo en el medio ambiente se origina de manera natural en depósitos minerales ricos en cromo y otros metales; antropogénicamente, se



encuentra en sitios contaminados debido a su uso en pinturas, barnices, tintas y en procesos industriales para la preservación de madera (Seoáñez Calvo).

2.2.11. Hierro

El hierro constituye indiviso de los compendios más habituales en la corteza de la Tierra, encontrándose en aguas dulces en niveles que varían entre 0,5 y 50 mg/l. Además, el agua dulce puede contener hierro por el uso de coagulantes ferruginosos o por la erosión de cañerías de hierro o acero fundido a lo largo de los sistemas de transporte y colocación del H₂O (OMS, 2006).

El hierro se encuentra en una variedad de minerales, ya sea en forma insoluble o soluble, incluyendo óxidos, carbonatos, sulfuros y silicatos ferromagnesianos. Se descompone a través de distintas reacciones químicas, como la oxidación y la hidrólisis, lo que resulta en la liberación de hierro que se precipita en forma de hidróxidos y óxidos (Seoáñez Calvo).

Distribuido globalmente en forma de distintos compuestos químicos, los minerales de hierro más significativos incluyen la hematita. Además, minerales como la goetita, magnetita, siderita y limonita son asimismo relevantes. Igualmente, el hierro se encuentra en pequeñas proporciones en aguas naturales y en el tejido vegetal (DIGESA, 2002).

2.2.12. Plomo

El plomo, un metal no necesario para la vida y altamente tóxico, posee la propiedad de acumularse biológicamente y tiene el potencial de dañar casi todos los sistemas u órganos del cuerpo humano (DIGESA, 2002).

La OMS (2010) declara que las exposiciones al plomo en el ambiente constituyen un desafío sanitario global, causando intoxicaciones. Según investigaciones, esta exposición resulta en la condición conocida como saturnismo.

En su estado natural, las aguas solo presentan vestigios de plomo; sin embargo, las principales contribuciones de este metal al H₂O provienen de diligencias industriales y mineras, así como de emisiones de fundiciones o de tuberías de plomo antiguas (DIGESA, 2011).

La alimentación constituye otra vía de ingreso de plomo al organismo; especialmente, los vegetales subterráneos como papas, rábanos, camotes y zanahorias pueden acumular niveles considerables de este metal. El contenido de plomo en estos alimentos puede aumentar por el riego con agua contaminada y el empleo de utensilios que contienen plomo (DIGESA, 2002).

Las concentraciones de plomo cercanas a los límites permitidos durante la estación lluviosa se atribuyen a la capacidad disolvente del agua. En estas condiciones, el H₂O adquiere turbidez y puede presentar partículas en suspensión detectables mediante espectrofotometría (DIGESA, 2002).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Agua natural subterránea

Se refiere al agua presente soez la extensión de la tierra, la cual puede emerger de manera natural o ser obtenida mediante métodos de extracción artificial (Gonzales Leal, 2012).

2.3.2. Agua natural superficial:

Esta corresponde al agua que se halla sobre las superficies terrestres, constituyendo afluentes, lagos y manantiales (Quispe CCama, 2017).



2.3.3. Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Las políticas representan normas fijadas en correspondencia con el coste o concentración de enjundias, así como cuantificaciones o compendios químicos, físicos y biológicos presentes en el aire, la superficie y el H₂O, considerando su función como receptáculo ambiental (MINAM, 2010).

2.3.4. Manantial

Un manantial es una corriente de H₂O que surge de manera natural desde el subsuelo y puede manifestarse en superficies terrestres, ríos, estanques o lagos. Estos puntos de H₂O pueden fluir de forma constante o variar entre periodos de actividad e inactividad (Rojas , 2002).

2.3.5. Espectrofotometría

Está basada en las interacciones entre la energía y la materia. El método específico de espectrometría se determina según el aspecto físico cuantificado a partir de esta interacción, usualmente enfocándose en la cuantía de energía absorbida o emitida (Gujarro, 2010).

2.3.6. Muestra compuesta

Mezcla de fracciones de especímenes únicas (usualmente recolectadas durante un tiempo de 24:00 horas), donde el volumen de cada porción se calcula en base al caudal de las aguas desechos en el instante de la recolección. (Lipa Paye, 2018).

2.3.7. Caudal

Se refiere a la cantidad de fluido que atraviesa una sección específica de un conducto (como una tubería, un canal, un oleoducto o un río) en un intervalo de tiempo determinado (Obeid, 2018).



CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Tipo de investigación

En alineación con el fin del tesis y basándose en las categorizaciones de Hernández y Fernández (2010) este estudio se categoriza como:

- a. En cláusulas de su diseño, será de naturaleza laborosa, encaminada a investigar las propiedades del H₂O destinada al uso casero en las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro.
- b. En tanto a las dimensiones temporales, el estudio se clasifica como sincrónico, ya que se llevará a cabo en un tiempo definido.
- c. En términos de su hondura, el estudio se considera descriptivo, ya que pesquisa puntualizar las variables investigadas y, además, tiene como objetivo cuantificar la frecuencia con la que ocurre el problema en estudio.
- d. En Relación a su naturaleza, la tesis se presenta como cuantitativo descriptivo, dado que tiene el objetivo de calcular los sensaciones o variables implicados en la investigación.



3.2. Diseño de investigación

Este estudio se caracteriza por su enfoque no experimental, clasificándose así en un diseño descriptivo simple. Se efectuó la identificación y recopilación directa de datos sobre las reuniones de metales sólidos en las aguas de las comunidades de Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro.

3.3. Diseño estadístico

ANOVA

- a) El análisis de varianza (ANOVA) Técnica numérica utilizada para confrontar las tercias de dos o más poblaciones. Su objeto principal es establecer si existe disconformidades demostrativas entre las medias de los grupos analizados. El ANOVA Se sustenta en la disgregación de la variabilidad total en dos partes: la variabilidad entre grupos y la variabilidad dentro de los grupos.
- b) El procedimiento comienza con el planteamiento de la hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_1). La hipótesis nula asume que las medias de todos los grupos son parejas, mientras que la hipótesis alternativa plantea que al menos una media es diferente. Luego, se calculan las sumas de cuadrados, los grados de libertad y las medias cuadráticas para cada fuente de variación (entre grupos y dentro de grupos).
- c) El estadístico clave en el ANOVA es el valor F, que se obtiene al dividir la media cuadrática entre grupos por la media cuadrática dentro de grupos. Si el valor F calculado es mayor que el valor crítico de F para un nivel de significancia determinado, se rechaza la H_0 y se ultima que existen discrepancias reveladoras entre las medias de los grupos.

d) Es importante destacar que el ANOVA solo indica si hay discrepancias reveladoras entre los grupos, pero no identifica específicamente qué grupos son diferentes entre sí. Para determinar esto, se requieren pruebas de comparaciones múltiples adicionales. El ANOVA es ampliamente utilizado en investigaciones científicas, experimentos y análisis de datos en diversas áreas. (Statistical Methods for Research Workers, 1925)

3.4. Técnicas e instrumentos de la investigación

En este análisis, la metodología para coleccionar testimonios se llevó a cabo mediante:

- a. **Observacional:** Este procedimiento nos facilitó definir el método de muestreo selectivo, identificar la ubicación precisa y determinar el momento óptimo para la acopiada de muestreos de H₂O de manantial de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro.
- b. **Monitoreo en campo:** La recopilación de datos se efectuó empleando un dispositivo multiparámetro para análisis de agua, registrando los resultados en cédulas de monitoreo. Conjuntamente, el seguimiento se llevó a cabo persiguiendo las directrices del "Protocolo nacional para el monitoreo de condición de los recursos hídricos de superficie 2016 - ANA (R.J N°010-2016-ANA)", utilizando también las cédulas específicas indicadas en la metodología:
 - Hoja de personalización del punto de muestreo.
 - Hoja para el etiquetado de la muestra de agua.
 - Hoja de anotación de información en campo.



3.4.1. Materiales y equipos

Los insumos, dispositivos y reactivos acomodados en esta investigación incluyen los siguientes:

a. Materiales:

En este tesis se esgrimieron los materiales siguientes:

- Probetas de 50,0mL.
- Frascos Erlenmeyer de 300mL.
- Mandil.
- Pipetas con volumen clase A de 0,5, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0, 10,20 mL.
- Vasos de 0,5 y 1,0L.
- Receptáculos de Teflón de 1L.
- Pipetas serológicas de 5 y 10mL.
- Redomas de vidrio con tapa.
- Cooler de Tecnopor.
- Rotulador.
- Papel toalla.
- Espátulas.
- Guantes.

b. Equipos e instrumentos:

- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Espectrofotómetro.
- Dispositivo de cómputo.



c. Reactivos e Insumos:

- Sustancias químicas: conjuntos de prueba para la identificación de Metales sólidos: plomo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), hierro (Fe), cadmio (Cd), zinc (Zn), aluminio (Al).
- Agua destilada.
- Modelo de agua.

3.5. Lugar de estudio

Durante el desarrollo de esta tesis, se recolectaron muestreos de las localidades de Tiruyo, Alto Huancarani y Pucara Choquechambi en la provincia de Azángaro, las cuales se hallan en las coordenadas siguientes:

Departamento : Puno
 Provincia : Azángaro
 Distrito : Azángaro

❖ Ubicación Geográfica de la investigación :

Tabla 3

Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación.

| CODIGO | UBICACIÓN | COORDENADAS | | FECHA |
|--------|----------------------------------|-------------|------------|------------|
| | | ESTE | NORTE | |
| P – 01 | Comunidad de Tiruyo | 385569.00 | 8345015.00 | 15/01/2024 |
| P – 02 | Comunidad Alto Huancarani | 368952.00 | 8363839.00 | 15/01/2024 |
| P – 03 | Comunidad de Pucara Choquechambi | 381347.00 | 8357406.00 | 15/01/2024 |

De esta manera, esto se ilustra visualmente en la figura que se puede ver posteriormente:

Figura 2.

Situación de los puntos de muestreo de las aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro.



Nota. Tomado del Google Earth.

3.6. Población y muestra

a. Población

El grupo de interés de este estudio se identifica como las aguas provenientes de manantiales de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro, las coordenadas específicas están disponibles para su consulta en la Tabla 3 y la Figura 2.

b. Muestra

En todo lo que incurre a la selección de muestras, se eligió por un enfoque de muestreo no probabilísticos por comodidad, siguiendo las directrices propuestas por Hernández & Fernández (2010). Este enfoque permite al pensador elegir las

muestras basándose en criterios específicos predefinidos. Por consiguiente, las muestras recolectadas para nuestro estudio provienen de las aguas de manantiales localizados en las comunidades de Tiruyo, Alto Huancarani y Pucara Choquechambi, en la provincia de Azángaro. La recolección de estas muestras se realizó conforme a las parvedades específicas del estudio, sumando un total aproximado de 30 litros de H₂O recogida a lo extenso del mes de enero de 2024.

3.7. Procedimiento Metodológico

3.7.1. Procedimiento metodológico para determinar la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo.

Para adquirir este propósito, se consumaron las siguientes acciones:

a. Toma de muestra

Se efectuó la recaudación de muestras persiguiendo las pautas delineadas en los protocolos específicos para la llave de muestras y la cadena de custodia, establecidos por ANA (MINAM, 2010) y se empleó la metodología prescrita en el D.S. N° 015-2015-MINAM.

En el cual se llevó a cabo lo siguiente:

1. Se usó la vestimenta apropiada, como mandil, botas, gorro, barbijo y guantes.
2. Después de eso, al comienzo de la toma de muestras, se registró la temperatura en el lugar.
3. Se recopilaron los muestreos de H₂O derivados del manantial de la comunidad de Tiruyo, utilizando frascos de cristal esterilizado con boca



ancha y tapones, los cuales fueron etiquetados correctamente para prevenir posibles contratiempos.

4. A continuación, las muestras yacieron dispuestas en una nevera con hielo, con el objetivo de mantener la condición insólita de las mismas.
5. Al finalizar, los muestreos fueron llevadas al laboratorio de condición ambiental - EPISA – UANCV para llevar a cabo sus análisis correspondientes.

b. Análisis de la concentración de metales pesados de las aguas de los manantes de la comunidad de Tiruyo.

En la identificación de los metales sólidos se trasbordaron a cabo las siguientes operaciones:

1. **Método:** Espectrofotometría.
2. Graduación de los instrumentales.
 - 2.1. Se adecuó el aparato conforme a las instrucciones del manual de operaciones.
 - 2.2. Se configuró el equipo según las pautas del manual, y se comprobó las sensibilidades del instrumento mediante soluciones normativas de cada componente, preparadas con las reuniones indicadas en el manual.
 - 2.3. Se concertó el instrumento a cero mediante el blanco de graduación y subterfugios normativas en reuniones ascendentes, registrando al menos 3 argumentos de la absorbancia para cada una.



2.4. Se manufacturó una curva de calibración a través de la lectura o registro de las normativas del componente, graficando la absorbancia o altura de la cúspide en oficio de la reunión.

3. Determinación

3.1 Se ingresó el reactivo de control, los muestreos a estudiar, y se anotaron los datos de absorbancias. Se evaluó al menos un reactivo de control junto con cada conjunto de especímenes.

4. Dicción del resultado: mg/L

c. Trabajo en gabinete

Luego de conseguir los resultados de recinto, se emprendió la información en el programa Microsoft Excel 2010, con el propósito de reconocer los niveles de manifestación mediante tablas y gráficos; prontamente se provino a cotejar estos datos con los valores determinados por estándar de los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM.

3.7.2. Procedimiento metodológico, para determinar la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani.

Con el fin de conseguir este propósito, se consumaron las siguientes acciones:

a. Toma de muestra

Se efectuó la recolecta de muestras siguiendo los "procedimientos determinados para la cadena de custodia y la toma de muestras para su transferencia al laboratorio, con el fin de salvaguardar su constitución sin alteraciones según las directrices de ANA" (MINAM, 2010) aplicando la metodología sugerida por el D.S. N° 015-2015-MINAM.



Donde se llevaron a cabo las siguientes labores:

1. Se recurrió al vestuario apropiado, que circunscribe botas, delantal (mandil), guantes, gorro y mascarilla.
2. Posteriormente de eso, al comienzo del muestreo, se evaluó la temperatura en el lugar.
3. Se tomaron los prototipos de H₂O del manantial de la comunidad Alto Huancarani, utilizando frascos de vidrio aséptico con boca ancha y tapones, las cuales fueron debidamente etiquetadas para prevenir posibles problemas.

Luego de eso, las muestras yacieron ubicadas en un cooler con hielo, con el fin de salvaguardar la calidad única de las mismas.

3.8. Al finalizar, los muestreos fueron trasladados al laboratorio de condición ambiental - EPISA – UANCV para llevar a cabo sus análisis respectivos

b. Análisis de la concentración de metales pesados de las aguas de los manantes de la comunidad de Alto Huancarani.

En la identificación de los metales sólidos se cargaron a cabo las siguientes acciones:

1. **Método:** Espectrofotometría.
2. Calibración de los instrumentos.
 - 2.1. Se adecuó el equipo conforme a las instrucciones del manual de operaciones.
 - 2.2. Se configuró el equipo según las pautas del manual, y se comprobó las sensibilidades del instrumento mediante soluciones estándares de

cada componente, capacitadas con las reuniones indicadas en el manual.

- 2.3. Se calibró el instrumento a cero utilizando el blanco de calibración y procedimientos estándares en reuniones ascendentes, registrando al menos 3 réplicas de la absorbancia para cada uno.
- 2.4. Se generó una curva de calibración mediante la lectura o registro de los estándares del componente, y graficando la absorbancia o altura del pico en relación con la reunión.⁷

3. Determinación

- 3.1. Se incorporó el reactivo de control, los muestreos a examinar, y se anotaron los datos de absorbancia. Se evaluó al menos un reactivo de control junto con cada conjunto de muestreos.

4. Expresión del resultado: mg / L

c. Trabajo en gabinete

De próximo de obtener las derivaciones de recinto, se ingresaron los datos en el software Microsoft Excel con el objeto de reconocer los niveles de reunión por medio de tablas y gráficos; subsiguientemente, se confrontaron estos datos con los valores definitivos por la normativa de los ECA para H₂O del D.S. N° 004-2017-MINAM.

3.7.3. Procedimiento metodológico para determinar, la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi.

Con el fin de conseguir esta finalidad, se verificaron las siguientes acciones:



a. Toma de muestra

La recopilación de la muestra se llevó a cabo persiguiendo las "directrices concluyentes para la cadena de custodia y la toma de muestras durante el transferencia al laboratorio, con el propósito de conservarla y evitar variaciones en su composición como las indicaciones de la ANA" (MINAM, 2010) aplicando la metodología ajustada por el D.S. N° 015-2015-MINAM.

Donde se trasbordaron a cabo las siguientes acciones:

1. Se aprovechó el vestuario conveniente, que contiene botas, delantal (mandil), guantes, gorro y mascarilla.
2. Inmediatamente de eso, al comienzo del muestreo, se quitó el temple en el lugar.
3. Se tomaron las muestras de H₂O del manantial de la comunidad Pucara Choquechambi, utilizando frascos de cristal esterilizado con boca ancha y tapones, las cuales fueron debidamente marcadas para advertir posibles contrariedades.
4. Luego de eso, las muestras yacieron ubicadas en un cooler con hielo, con el fin de preservar la calidad única de las mismas.
5. Al concluir, las muestras fueron injertadas al recinto de condición ambiental - EPISA – UANCV para llevar a cabo sus análisis respectivos.

b. Análisis de la concentración de metales pesados de las aguas de los manantes de la comunidad de Pucara Choquechambi.

En la identificación de los metales sólidos se cargaron a cabo las siguientes acciones:

1. **Método:** Espectrofotometría.
2. Calibración de los instrumentos.



- 2.1. Se adecuó el aparato conforme a las instrucciones del manual de operaciones.
- 2.2. Se concertó el equipo conforme con las directrices del manual, y se confirmó la sensibilidad de la herramienta utilizando soluciones estándar de cada mecanismo, dispuestas con las reuniones especificadas en el manual.
- 2.3. Se concordó el instrumento a 0.0 mediante el blanco de comprobación y procedimientos estándares en incrementos graduales, anotando al menos 3 repeticiones de la absorbancia para cada uno.
- 2.4. Se transformó una curva de comprobación mediante la lectura o registro de los patrones del componente, y representando gráficamente la absorbancia o altura del cima en oficio de la reunión.

3. Determinación

- 3.1. Se incorporó el reactivo de control, los muestreos a examinar, y se anotaron los datos de absorbancia. Se evaluó al menos un reactivo de control junto con cada conjunto de muestreos.

4. Expresión del resultado: mg/L

c. Trabajo en gabinete

Después de obtener las derivaciones de recinto, se ingresaron los valores en el software Microsoft Excel con el objetivo de reconocer los niveles de reunión mediante tablas y gráficos; posteriormente, se compararon estos datos con los DATOS determinados por la normativa de los ECA para H₂O del D.S. N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados de la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo.

Con base en las interpretaciones suministradas por el Recinto de Condición Ambiental de la E.P.I.S.A. de la F.I.C.P. de la U.A.N.C.V – Juliaca, se exponen en las figuras y las tablas subsiguientes los resultados de los metales sólidos predominantes analizados en las aguas de los manantiales de la comunidad de Tiruyo. A continuación, se detallan los datos en las tablas correspondientes:

Tabla 4

Concentraciones de metales sólidos analizadas del agua del manantial de la comunidad de Tiruyo.

| Parámetro | Unidad | R- 01 | R- 02 | Promedio | ECA-CAT-1-A1 |
|--------------|--------|---------|----------|----------|--------------|
| .Temperatura | °C | 15.7 | 15.3 | 15.5 | Δ 3 |
| .pH | | 7.80 | 7.65 | 7.73 | 6.5 – 8.5 |
| .Aluminio | Mg /L | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.9 |
| .Arsénico | Mg /L | 0.0124 | 0.0132 | 0.013 | 0.01 |
| .Cadmio | Mg /L | 1.0510 | 1.0490 | 1.050 | 0.003 |
| .Calcio | Mg /L | 23.7041 | 23.7126 | 23.71 | -- |
| .Cromo | Mg /L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.05 |
| .Hierro | Mg /L | 0.03720 | 0.03530 | 0.036 | 0.3 |
| .Magnesio | Mg /L | 45.2012 | 45.40551 | 45.30 | -- |
| .Manganeso | Mg /L | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.4 |
| .Plomo | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.01 |
| .Potasio | Mg /L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | -- |

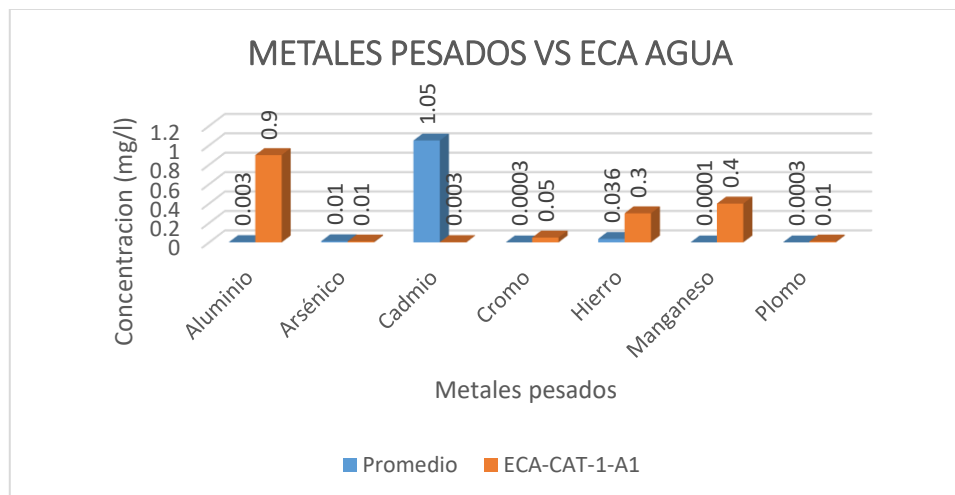


En la tabla 4, se evidencian las agrupaciones de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo, estas fueron muestreadas el 15/01/2024 a las 9:00am en donde se tuvo dos repeticiones (R-1 y R-2) para conseguir un resultado más óptimo, el agua del manantial se encontraba con una temperatura promedio de 15.5 °C y un pH de 7.73 indicando que este H₂O es neutra, para calcio se encontró un valor de 23.71 mg/L, magnesio se oscilo en un rango promedio del 45.30 mg/L, en canje para potasio se halló un dato de 0.0003 mg /L indicando que la presencia de estos minerales en el H₂O puede proporcionar una fuente adicional de nutrientes esenciales para el cuerpo. Sin embargo, es transcendental tener en cuenta que los niveles de estos minerales pueden transformar dependiendo de la fuente de H₂O y de factores geográficos y geológicos. Es fundamental que estos minerales estén presentes en cantidades equilibradas para garantizar una salud óptima.

Por otra parte, la existencia de demás metales solidos promedio (R-1 + R-2) encontrados en el H₂O del manantial en mención como: aluminio se encontró un dato de: 0.003 mg/L, para arsénico se topó con un dato de 0.013 mg/L, para cadmio se localizó una cuantía de 1.05 mg/L, para cromo se encontro un dato de 0.0003 mg/L, para hierro se tiene un dato de 0.036 mg/L, para manganeso se obtuvo un valor de 0.0001 mg/L y por ultimo en el caso del plomo se tiene una cuantía de 0.0003 mg/L, indicando que el cadmio excede los ECA para H₂O del D.S N° 004 - 2017 - MINAM , Clase 1: Población y recreacionales. Subcategoría A: H₂O de plano consignado a la elaboración de agua dulce, A1 Aguas susceptibles de ser tratadas para hacerlas aptas para el consumo mediante desinfección. Sin embargo, el resto de las medidas se hallan iguales o por debajo de esta normativa cumpliendo con los rangos estipulados.

Figura 3

Concentración de metales pesados muestreadas del manantial de la comunidad de Tiruyo VS el ECA agua.



En la figura 3, se puede ver los derivaciones de las reuniones de metales solidos muestreadas del manantial de la comunidad de Tiruyo VS el ECA agua, en donde se observa claramente la presencia del cadmio con una reunión de 1.05 mg/L excediendo el ECA para H₂O generándose una situación preocupante debido a que la existencia de cadmio en el H₂O para consumo humano es una problemática de salubridad pública ya que el cadmio son metales solidos tóxico que puede poseer efectos nocivos en la salubridad humana, incluso en cantidades muy pequeñas. El cadmio es un contaminante ambiental que puede ingresar al agua a través de diversas fuentes, como la escorrentía de suelos contaminados, desechos industriales, emisiones de vehículos y procesos de producción. Por otro lado, los metales como aluminio, manganeso, arsénico, cromo, hierro y plomo son iguales y algunos se hallan por debajo de los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM.

4.1.2. Resultados de la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani.

Para cumplir con este objetivo el Laboratorio de condiciones Ambientales de la E.P.I.S.A. de la F.I.C.P. de la U.A.N.C.V – Juliaca, emitió las subsiguientes resultas de las aguas del manantial de la comunidad de Alto Huancarani. Seguidamente, se muestran los datos en las tablas siguientes:

Tabla 5

Concentraciones de metales pesados analizadas de las aguas del manantial de la comunidad de Alto Huancarani.

| Parámetro | Unidad | R- 01 | R- 02 | Promedio | ECA-CAT-1-A1 |
|-------------|--------|---------|---------|----------|--------------|
| Temperatura | °C | 16.8 | 16.2 | 16.5 | Δ 3 |
| pH | | 7.35 | 7.45 | 7.40 | 6.5 – 8.5 |
| .Aluminio | Mg /l | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.9 |
| .Arsénico | Mg /l | 0.0137 | 0.0142 | 0.01 | 0.01 |
| .Cadmio | Mg /l | 0.8702 | 0.8654 | 0.868 | 0.003 |
| .Calcio | Mg /l | 18.3012 | 18.3320 | 18.32 | -- |
| .Cromo | Mg /l | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.05 |
| .Hierro | Mg /l | 0.03201 | 0.03350 | 0.033 | 0.3 |
| .Magnesio | Mg /l | 78.4504 | 78.4210 | 78.44 | -- |
| Manganeso | mg/L | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.4 |
| Plomo | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.01 |
| Potasio | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | -- |

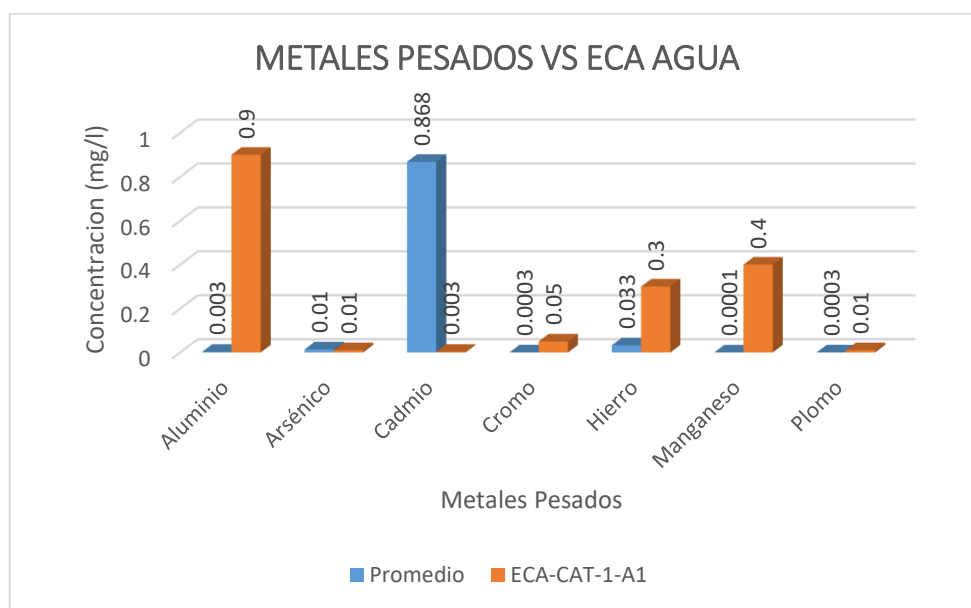
En la tabla 5, se pueden ver las reuniones de metales solidos analizadas de las aguas del manantial de la comunidad de Alto Huancarani, estas fueron muestreadas el 15/01/2024 a las 10:30am en donde se tuvo dos repeticiones (R-1 y R-2) para conseguir un resultado más óptimo, el agua del manantial se encontraba con un temple promedio de 16.5 °C y un pH de 7.40 indicando que este H₂O es neutra, para calcio se topó con un dato de 18.32 mg/L, para magnesio se

halló un valor del 78.44 mg/L, en cambio para potasio se halló una valoración de 0.0003 mg/L se puede ver presencia de estos minerales lo cual son importantes para la salud humana y pueden proporcionar beneficios adicionales cuando se consumen en cantidades adecuadas.

Por ende, la existencia de demás metales solidos promedio (R-1 + R-2) encontrados fueron los siguientes: aluminio se localizó una monta de 0.003 mg/L, para arsénico se localizó una monta de 0.01 mg/L, para cadmio se localizó un dato de 0.868 mg/L, para cromo se localizó una monta de 0.0003 mg/L, para hierro se localizó una monta de 0.033 mg/L, para manganeso se localizó una monta de 0.0001 mg/L y para el plomo se localizó un valor de 0.0003 mg/L, indicando que los parámetros encontrados son iguales o menores a los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM. Sin embargo, cadmio con un valor del 0.868 mg/L se encuentra por encima del ECA para Agua.

Figura 4

Concentración de metales pesados muestreadas del manantial de la comunidad de Alto Huancarani VS el ECA agua.



En la figura 4, se puede ver las derivaciones de las reuniones de metales solidos muestreadas del manantial de la comunidad de Alto Huancarani VS el ECA agua, en donde se observa visiblemente la presencia elevada del cadmio con una reunión de 0.868 mg/L excediendo el ECA para H₂O de igual manera esta situación es preocupante ya que cuando el H₂O para ingesta humana contiene cadmio por encima de los límites seguros establecidos por las regulaciones gubernamentales, puede personificar un peligro para la salubridad. El cadmio es conocido por acumularse en el cuerpo con el tiempo y puede producir una variedad de problemáticas de salubridad, conteniendo daño renal, daño hepático, trastornos óseos, problemas respiratorios y daño al sistema nervioso.

4.1.3. Resultados de la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi.

Para cumplir con este objetivo el Recinto de Estado Ambiental de la E.P.I.S.A. de la F.I.C.P. de la U.A.N.C.V – Juliaca, emitió los siguientes resultados de las aguas del manantial de la comunidad de Pucara Choquechambi. A continuación, se muestran los datos en la tabla siguiente:

Tabla 6

Concentraciones de metales pesados analizadas de las aguas del manantial de la comunidad de Pucara Choquechambi.

| Parámetro | Unidad | R- 01 | R- 02 | Promedio | ECA-CAT-1-A1 |
|-------------|--------|---------|---------|----------|--------------|
| Temperatura | °C | 18.0 | 18.5 | 18.3 | Δ 3 |
| pH | | 7.60 | 7.49 | 7.55 | 6.5 – 8.5 |
| Aluminio | Mg /L | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.9 |
| Arsénico | Mg /L | 0.0117 | 0.0121 | 0.012 | 0.01 |
| Cadmio | Mg /L | 0.9301 | 0.9259 | 0.928 | 0.003 |
| Calcio | Mg /L | 15.3091 | 15.2931 | 15.30 | |

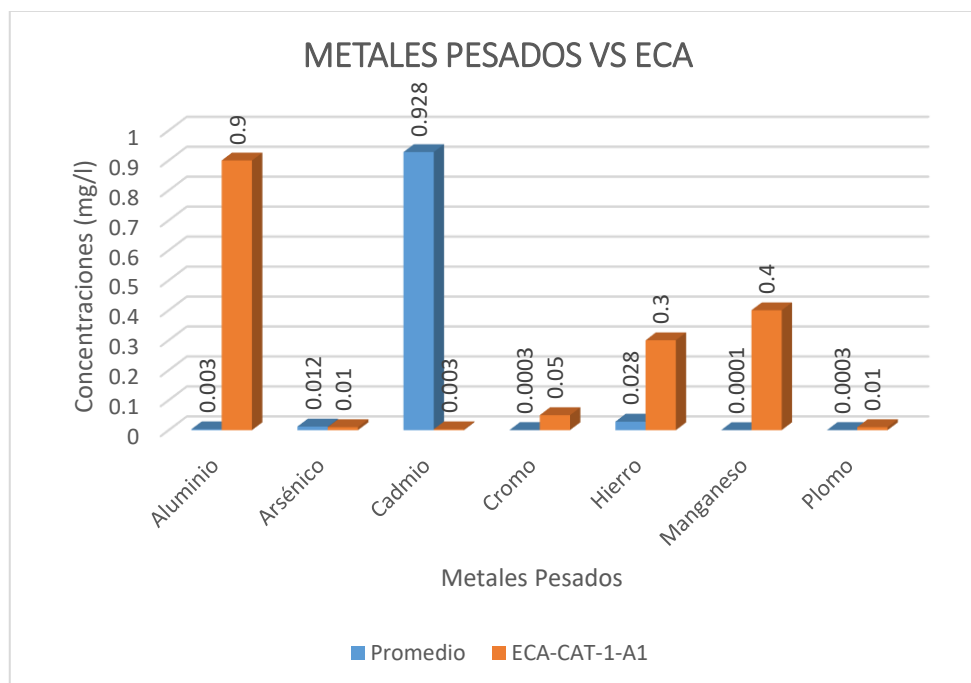
| | | | | | |
|-----------|-------|---------|---------|--------|------|
| Cromo | Mg./L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.05 |
| Hierro | Mg /L | 0.02805 | 0.02860 | 0.028 | 0.3 |
| Magnesio | Mg /L | 56.0510 | 56.1201 | 56.09 | |
| Manganeso | Mg /L | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.4 |
| Plomo | Mg /L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | 0.01 |
| Potasio | Mg /L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 | |

En la tabla 6, se pueden ver las reuniones de metales solidos analizadas de las aguas del manantial de la comunidad de Pucara Choquechambi, estas fueron muestreadas el 15/01/2024 a las 11:40am en donde se tuvo dos repeticiones (R-1 y R-2) para conseguir un resultado más óptimo, el agua del manantial se encontraba con una temperatura promedio de 18.3 °C y un pH de 7.55 indicando que esta H₂O es neutra, para calcio se localizó un valor de 15.30 mg/L, para magnesio se localizó un valor del 56.09 mg/L, al contrario para potasio se localizó un valor de 0.0003 mg/L se puede ver la presencia de estos minerales lo cual son importantes para la salud humana y pueden proporcionar beneficios adicionales cuando se consumen en cantidades adecuadas.

Por otra parte, la existencia de demás metales solidos promedio (R-1 + R-2) encontrados fueron los siguientes: aluminio se localizó un dato de 0.003 mg/L, para arsénico se localizó un dato de 0.01 mg/L, para cadmio se localizó un dato de 0.928 mg/L, para cromo se localizó un dato de 0.0003 mg/L, para hierro se localizó un dato de 0.028mg/L, para manganeso se localizó un valor de 0.0001 mg/L y para el plomo se localizó un dato de 0.0003 mg/L, indicando que estos parámetros encontrados son iguales o menores a los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM. Sin embargo, cadmio con un dato del 0.928 mg/L se encuentra por encima del ECA para Agua.

Figura 5

Concentración de metales pesados muestreadas del manantial de la comunidad de Pucara Choquechambi VS el ECA agua.



En la figura 5, se puede ver los derivaciones de las reuniones de metales solidos muestreadas del manantial de la comunidad de Pucara Choquechambi VS el ECA agua, en donde se observa visiblemente la presencia elevada del cadmio con una reunión de 0.928 mg/L a comparación de otros metales excediendo así el ECA para agua de igual manera esta situación en esta comunidad es alarmante debido a que los efectos del cadmio en la salud pueden ser especialmente graves en poblaciones sensibles como las damas embarazadas y los niños. En consecuencia, resulta fundamental realizar un monitoreo periódico de la condición del agua potable y aplicar medidas apropiadas para disminuir la presencia de cadmio cuando sea necesario, como implementar sistemas de tratamiento de H₂O o buscar fuentes de agua alternativas seguras.

4.1.4. Resultado de la Prueba de Hipótesis

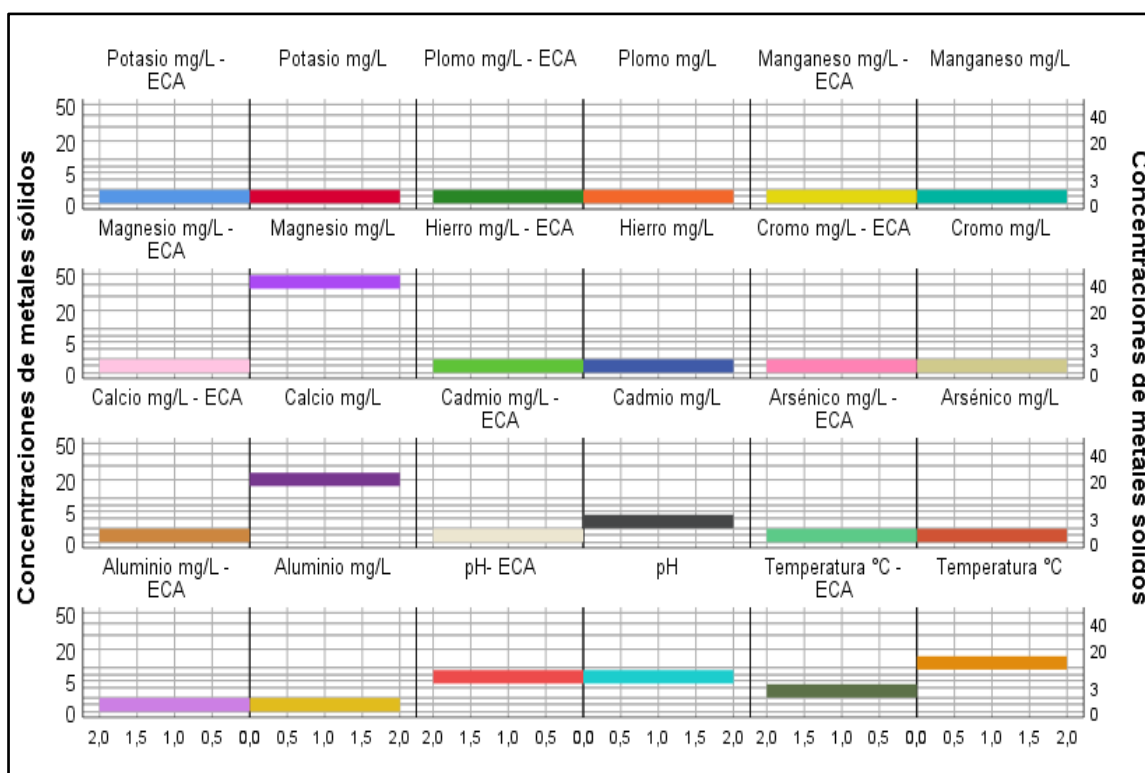
Planteamiento de las hipótesis

H0: Todos los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo supera el límite permitido por las normas de calidad del agua.

H1: Al menos uno de los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo supera el límite permitido por las normas de calidad del agua.

Figura 6

Pirámide de población Frecuencia de concentración de los parámetros de los metales sólidos, por parámetros.



La figura exhibe la confrontación de la muchedumbre de los parámetros. de los metales en el agua de la comunidad de Tiruyo, por parámetros. con ECA.

Tabla 7

ANOVA: Resumen para Concentraciones de metales sólidos en el agua de la comunidad de Tiruyo

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|-------------------|----------------------|----|---------------------|-----------|-------|
| .Entre grupos | 5050,230 | 23 | 219,575 | 46984,071 | 0,000 |
| .Dentro de grupos | 0,112 | 24 | 0,005 | | |
| .Total | 5050,343 | 47 | | | |

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para evaluar las concentraciones de metales

en el agua de la comunidad de Tiruyo muestra resultados significativos. Con un valor F de 46984,071 y una significancia de 0,000 (menor que 0,05), se refuta la hipótesis H₀ y se admite la hipótesis H₁, lo que indica que al menos uno de los parámetros de metales supera el límite permitido por las normas de calidad del agua. Por lo tanto, se puede concluir que la eficacia del agua en esta comunidad se encuentra comprometida debido a la presencia de altas concentraciones de ciertos metales, representando un conflicto potencial para la salud de la humanidad y el medio ambiente en la zona.

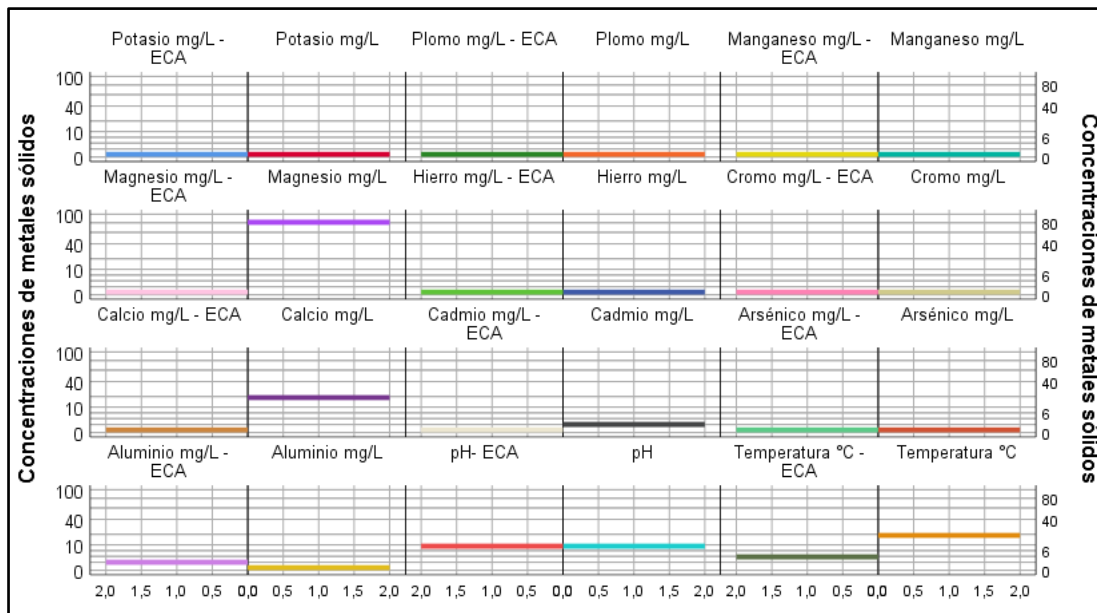
Planteamiento de las hipótesis

H₀: Todos los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani supera el límite permitido por las normas de calidad del agua.

H₁: Al menos uno de los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani supera el límite permitido por las normas de calidad del agua.

Figura 7

Pirámide de población Frecuencia de concentración de los parámetros de los metales sólidos, por parámetros.



La figura exhibe la confrontación de la muchedumbre de los parámetros. de los metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani, por parámetros. con ECA.

Tabla 8

ANOVA: Resumen para Concentraciones de metales sólidos en el agua de la comunidad de Alto Huancarani

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|-----------|-------|
| Entre grupos | 12282,477 | 23 | 534,021 | 68935,827 | 0,000 |
| Dentro de grupos | 0,186 | 24 | 0,008 | | |
| Total | 12282,663 | 47 | | | |

El análisis de varianza (ANOVA) realizada muestra que prexisten disconformidades estadísticamente significativas entre los parámetros de concentración de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani. Con un valor F de 68935,827

y una significancia de 0,000 (menor que 0,05), se rechaza la H0 y se acepta la H1, lo que indica que al menos uno de los parámetros de metales supera el límite permitido por las normas de calidad del agua. Por lo tanto, se puede concluir que la calidad del agua en esta comunidad se ve afectada por la existencia de concentraciones elevadas de ciertos metales, lo cual representa un peligro permisible para la salud de sus habitantes y el medio contexto.

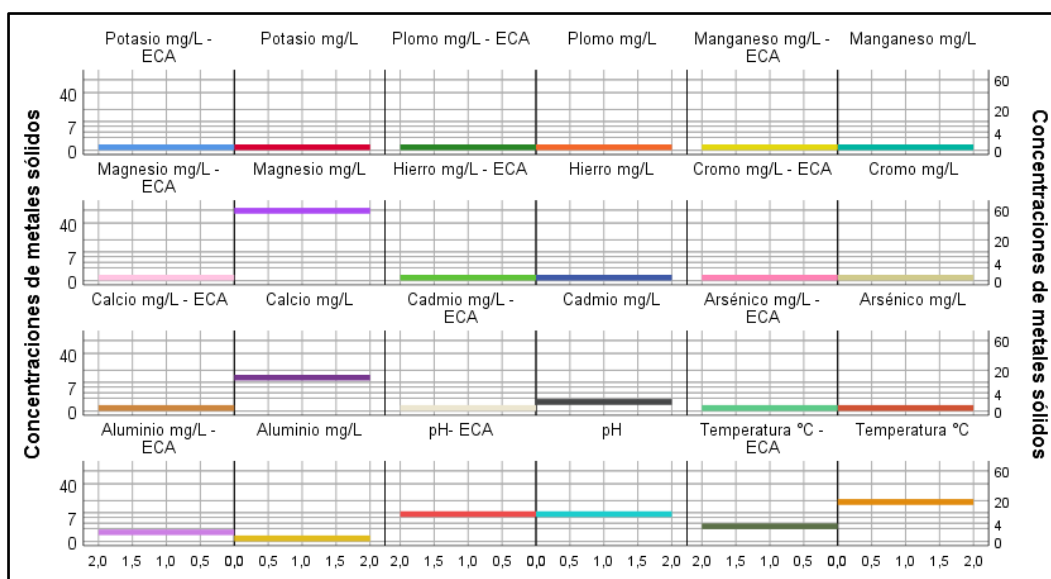
Planteamiento de las hipótesis

H0: Todos los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi supera el límite permitido por las normas de calidad del agua.

H1: Al menos uno de los parámetros de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi supera el límite permitido por las normas de calidad del agua.

Figura 8

Pirámide de población Frecuencia de concentración de los parámetros de los metales sólidos, por parámetros.



La figura exhibe la confrontación de la muchedumbre de los parámetros. de los metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi, por parámetros. con ECA

Tabla 9

ANOVA: Resumen para Concentraciones de metales sólidos en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi.

| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|----------------------|----|---------------------|-----------|-------|
| Entre grupos | 6672,948 | 23 | 290,128 | 52128,799 | 0,000 |
| Dentro de grupos | 0,134 | 24 | 0,006 | | |
| Total | 6673,081 | 47 | | | |

El análisis de varianza (ANOVA) efectuado para evaluar las muchedumbres de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi reveló resultados estadísticamente significativos. Con un valor F de 52128,799 y una significancia de 0,000 (menor que 0,05), se refuta la H0 y se admite la H1, lo que indica que al menos uno de los parámetros de metales supera el límite permitido por las normas de calidad del agua vigentes. Por consiguiente, se puede concluir que la calidad del agua en esta comunidad se encuentra comprometida debido a la lámina de niveles elevados de ciertos metales, representando un riesgo potencial para la salud condesciende y el medio ambiente en la zona



4.2. Discusiones

En relación con la apreciación de la tertulia de metales en el H₂O de la comunidad de Tiruyo, en nuestra investigación obtuvimos los siguientes valores promedio: 0.003 mg/L para aluminio, 0.013 mg/L para arsénico, 0.0003 mg/L para cromo, 0.036 mg/L para hierro, 0.0001 mg/L para manganeso y 0.0003 mg/L para plomo. Estas concentraciones se mantienen en niveles iguales o inferiores a los ECA para Agua; sin embargo, el cadmio con un valor de 1.05 mg/L se localizó por encima de los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM. Por otro lado, Chávez (2016) en su proyecto "Análisis de metales sólidos en el H₂O proveniente del manantial la Quintilla y en la tubería de conducciones del sistema de H₂O dulce del distrito de Sucre – Celendín", en sus datos obtenidos de metales sólidos fueron: plomo se logró un dato de 83.97 mg/L, para cadmio se consiguió datos de 26 mg/L, para hierro se logró un apunte de 40.04 mg/L, para cobre se obtuvo un apunte de 31.02mg/L, para cromo se consiguió un valor de 37.85 mg/L, para aluminio se consiguió un valor de 52.62 mg/L, para zinc se logró un apunte de 75.00 mg/L. En donde, se observa elevadas reuniones de estos metales en mención a comparación de nuestro estudio que el único parámetro que excede la normativa del ECA para Agua es el cadmio; en donde la subsistencia de metales sólidos en el agua de manantiales puede corresponder a una variedad de factores, tanto naturales como antropogénicos: Fuentes naturales en donde los metales sólidos como el plomo, el arsénico, el mercurio y el cadmio son componentes que se hallan de forma nativa en la corteza terrestre. Al circular el H₂O por rocas y suelos que albergan estos metales, puede disolverlos y llevarlos consigo hacia los manantiales. Otra fuente son las actividades humanas como agrícolas y mineras pueden liberar metales sólidos al medio ambiente. Por ejemplo, las minas pueden contaminar las aguas



acuíferas y los manantiales con metales sólidos como resultado de la extracción y procesamiento de minerales. Del mismo modo, los productos químicos utilizados en la agricultura pueden filtrarse en la superficie y contagiar el agua acuífera.

De acuerdo, a la caracterización del contenido de metales en el H₂O de la comunidad de Alto Huancarani, en nuestro trabajo de investigación se consiguió valores para metales sólidos como: aluminio un apunte de 0.003 mg/L, para arsénico se halló un apunte de 0.01 mg/L, para cadmio se halló un apunte de 0.868 mg/L, para cromo se localizó un apunte de 0.0003 mg/L, para hierro se localizó un valor de 0.033 mg/L, para manganeso se localizó un apunte de 0.0001 mg/L y para el plomo se localizó un valor de 0.0003 mg/L, indicando que estos parámetros encontrados son iguales o menores a los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM. Sin embargo, cadmio con un apunte del 0.868 mg/L se encuentra por encima del ECA para Agua. Guillen y Torres (2015) en su investigación "Evaluación y seguimiento de los niveles de arsénico en H₂O dulce derivada de fuentes de superficie y manantiales, suministrada por SEDAPAR Arequipa en 2014" se consiguieron las siguientes derivaciones de arsénico mediante el análisis realizado en el distrito de Tiabaya, con un mínimo de 0.037 mg/L, un máximo de 0.050 mg/L y un promedio de 0.042 mg/L. Se observa que en nuestra investigación se encontró menor cantidad de arsénico que está por debajo de la normativa del ECA, debido a la ubicación geográfica en donde las reuniones naturales de arsénico en el suelo y las rocas acuíferas son bajas, lo que reduce la probabilidad de que el arsénico se disuelva en el agua, también podría deberse a los procesos naturales de filtración en la que el agua acuíferas pasa por medio de capas geológicas que actúan como filtros naturales, eliminando o reduciendo la presencia de arsénico y otras impurezas.



Por último, para la concentración del contenido de metales en el H₂O de la comunidad de Pucara Choquechambi, se encontró los siguientes valores promedios para aluminio se localizó un apunte de 0.003 mg/L, para arsénico se localizó un apunte de 0.01 mg/L, para cadmio se localizó un apunte de 0.928 mg/L, para cromo se localizó un dato de 0.0003 mg/L, para hierro se localizó un apunte de 0.028mg/L, para manganeso se localizó un apunte de 0.0001 mg/L y para el plomo se localizó un apunte de 0.0003 mg/L, indicando que estos parámetros encontrados son iguales o menores a los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM. Sin embargo, cadmio con un valor del 0.928 mg/L se encuentra por encima del ECA para Agua. Por otro lado, Cieza (2017) en su investigación "Niveles de metales sólidos particulares en el H₂O consignada a la ingesta condesciende en la zona urbana del distrito de Hualgayoc–2017" encontró las siguientes concentraciones para mercurio 0.0002mg/L, Cadmio 0.002mg/L, Cromo 0.002 mg/L, Plomo0.003mg/L y Arsénico 0.003mg/L Es posible aseverar que el H₂O utilizada por la población de la Zona Urbana del distrito de Hualgayoc no presenta contaminación por metales sólidos, pues se halla por debajo de los ECA para agua, de acuerdo con el D.S. N°004-2017-MINAM. Podemos indicar que la ausencia de metales sólidos en un manantial puede atribuirse a una combinación de factores naturales, geológicos y de gestión del H₂O que contribuyen a mantener la pureza del H₂O en ese lugar específico. Sin embargo, es trascendental recordar que la existencia o ausencia de metales sólidos puede transformarse dependiendo de la ubicación y los contextos locales, y se deben realizar pruebas y monitoreo regular para avalar la seguridad del agua de manantial para la ingesta humana.



CONCLUSIONES

1. Apoyado en resultados procedentes de la caracterización de la reunión del contenido de metales en el H₂O de la comunidad de Tiruyo, se llega a la conclusión que los metales como: el aluminio, arsénico, cromo, hierro, cadmio, plomo y manganeso se hallan por fuera de los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM, en cambio el cadmio con un valor de 1.05 mg/L excede los ECA para H₂O.
2. Para la caracterización del contenido de metales en el H₂O de la comunidad de Alto Huancarani, se concluye que los metales como: aluminio, cadmio, arsénico, cromo, plomo, hierro y manganeso se hallan por encima de los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM, en cambio el cadmio con un valor de 0.868 mg/L exceden los ECA para H₂O.
3. Para la osadía del contenido de metales en el H₂O de la comunidad de Pucara Choquechambi, se concluye que los metales como: el aluminio, arsénico, cadmio, hierro, cromo, manganeso y plomo se hallan por abajo de los ECA para H₂O del D.S N° 004-2017-MINAM, en cambio el cadmio con un valor de 0.928 mg/L excede los ECA para H₂O.
4. Finalmente, en la determinación de metales sólidos en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro los metales: el cadmio, arsénico, cromo, hierro, aluminio, plomo y manganeso se topan por abajo de los ECA para Agua, sin embargo, el cadmio se sobrepasa el valor del ECA para agua debido a la geología del área, polución localizada, factores geográficos y ambientales.



RECOMENDACIONES

Conforme a los resultados encontrados de los metales sólidos en aguas de los manantiales de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro se recomienda lo siguiente:

1. Se sugiere realizar una revisión regular teniendo en cuenta las estaciones, tanto la seca como la húmeda, con un seguimiento trimestral de los metales sólidos en las aguas de los manantiales de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro.
2. A los futuros estudiosos se recomienda efectuar estudios complementariamente evaluaciones fisicoquímicas y microbiológicas de aguas de los manantiales de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de la provincia de Azángaro, para así poseer una valoración perfeccionista de la condición de H₂O para ingestión humana.
3. Se encomienda a las personas competentes tener en cuenta esta investigación para realizar técnicas de biorremediación que permita disminuir la concentración de cadmio, ya que en altas concentraciones es nociva para la salubridad del ser humano.
4. Por último, se recomienda realizar un análisis para determinar la existencia de metales sólidos en suelos aledaños a estos manantiales y así poder indagar la presencia de estos metales.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aramburo Vélez, D. A. (2011). *Investigación preliminar de conceptos básicos y fundamentos a utilizar en el laboratorio de crudos y aguas*. Obtenido de <https://n9.cl/db8zk>
- Arce Sancho, S. N. (2017). *Suelos contaminados con plomo en la ciudad de La Oroya - Junín y su impacto en la calidad del agua del río Mantaro*. Lima. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/323351317.pdf
- Borrego, J., Morales,, J. A., De la Torre, M., & Grande, J. (2022). *Geochemical Properties of Heavy Metal Presence in Surface Sediments of the Tinto and Odiel River Estuary Odiel River Estuary (Southwestern Spain)*. *Environmental Geology* .
- Capacoila Coila, J. (2017). *Evaluación de la presencia de metales pesados en las aguas superficiales. del río Coata*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Chavez Collantes, A. (2016). *Análisis de Metales pesados detectados en el agua del manantial la Quintilla y en la red de transporte del sistema de agua potable. del distrito de Sucre – Celendín*. Cajamarca. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/ https://n9.cl/a7nwz](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/https://n9.cl/a7nwz)
- Chavez Vallarino, C. (2011). *Dteccion de metales pesados en agua*. Tonantzintla, Puebla. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/671/1/ChavezVC.pdf
- Cieza Ruiz, R. (2017). *Concentración de metales pesados específicos en el suministro de agua para consumo humano del área urbana del distrito de Hualgayoc–2017*. Chiclayo. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/ https://n9.cl/b7n6rs](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/https://n9.cl/b7n6rs)
- Coa Huaricallo, L. (2023). *Determinación de los niveles de mercurio en los tanques de agua destinada al consumo humano en venta en el centro poblado la Rinconada, Ananea - Puno, 2022*. Ananea. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/ https://n9.cl/r0jfm](https://chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcgclefindmkaj/https://n9.cl/r0jfm)



- Contreras Chura, H. (2021). *Calidad del agua potable en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya – El Collao - Puno*. tesis pre- grado, Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Puno. Recuperado el 22 de Julio de 2021, de <https://n9.cl/3krv7>
- Delgado Rodriguez, T. M., & Zavala Sucuitana, P. C. (2021). *Estudio de la concentración de elementos metálicos (arsénico, cadmio, mercurio y plomo) en agua para consumo humano en el departamento de Arequipa*. Arequipa.
- Delgado Rodriguez, T. M., & Zavala Sucuitana, P. C. (2021). *Estudio de la concentración de metales pesados (arsénico, cadmio, mercurio y plomo) en agua para consumo humano en el departamento de Arequipa*. Lima. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/<https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/417/ESTUDIO%20DE%20LA%20CONCENTRACION%20DE%20METALES%20PESADOS%20%28ARS%20NIC%20CADMIO%20MERCURIO%20Y%20PLOMO%20EN%20AGUA%20>
- DIGESA. (2002). *Abastecimiento de Poblaciones y Uso Recreacional - Parámetro a Evaluar: ORGANOLÉPTICO*. Lima. Obtenido de
- DIGESA. (2011). *El agua*. Peru.
- ECODES. (2005). *Enfermedades relacionadas con la contaminación del agua*.
- EPA. (2015). *Programa de conservación de agua Watersense*. Obtenido de <https://n9.cl/7kmucu>
- Espíritu Limay, C. G., Ocola Salazar, J. J., Chuquisengo Picón, L., & Meza Álvarez, M. A. (2022). *Dinámica de metales pesados que afectan a los cuerpos de agua del sistema hídrico Lago Titicaca, río Desaguadero, Lago Poopó y Salar De Coipasa - TDPS*. Bolivia. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://alt-perubolivia.org/wp-content/uploads/2023/05/9.%20Din%C3%A1mica%20de%20metales%20pesados_final_compressed.pdf



- Galán, E. (2008). *The Function of Clay Minerals in Detoxifying and Fixing Heavy Metals in Polluted Soils*. In "Proceedings of the 1st. Latin American Clay Conference".
- Guijarro. (2010). *Análisis instrumental: Espectrometría de Absorción Atómica (EAA)*. Universitat Politècnica de València, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente.
- Guillen Zegarra , R., & Torres Cornejo Vanessa Katherine. (2015). *Determinación y monitoreo de arsénico en agua potable de fuentes superficiales y de manantial, provistas por Sedapar Arequipa 2014*. Arequipa. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/ <https://n9.cl/n3100>
- Hernández, R., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigacion*. Obtenido de <https://n9.cl/px0c>
- IARC. (2002). *Impacto biológico de campos magnéticos de muy baja frecuencia y radiofrecuencia en presencia de metales pesados: Cadmio y Mercurio*. AGENCIA INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN DEL CANCER. Obtenido de <http://m.autismoava.org./archivos/ucm-t25621.pdf>
- Mendoza, M. (1996). *Efecto del suelo en la calidad del agua de la microcuenca del río Sabalos. Cuenca del rio San Juan*. Turrialba: CR, CATIE.
- MINAM. (2010). *MINISTERIO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE*.
- Molina, J. (2002). *La importancia del recurso acuífero para la sociedad, y el Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP)*.
- Moran Medina, K. (2021). *Comportamiento de la concentración de metales pesados y su influencia en la calidad del agua, parte baja del río chili Arequipa, 2017-2019*. Arequipa. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/[https://repositorio.unsa.edu.p](https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1bf6c9f7-2c04-405e-93c0-f218402e1f0b/content)
[e/server/api/core/bitstreams/1bf6c9f7-2c04-405e-93c0-f218402e1f0b/content](https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1bf6c9f7-2c04-405e-93c0-f218402e1f0b/content)
- Obeid, K. R. (2018). *Desarrollo de un sistema de contención de grasas en la planta de tratamiento de aguas residuales en una planta panificadora ubicada en el departamento del Atlántico. (tesis de Titulación, Univerisdad de San*



- Buenaventura Colombia*). Repositorio Institucional, Cartagena. Obtenido de <https://n9.cl/51zxa>
- OPS. (1995). *Análisis de metales en agua potable y residual por espectrofotometría de absorción atómica*. Obtenido de <https://n9.cl/nc9yg>
- Paredes Díaz, J. (2018). *Importancia del agua*. Peru. Obtenido de <https://n9.cl/adlg9>
- Quispe CCama, D. A. (2017). *Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa-Melgar*. Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Puno - Peru. Obtenido de <https://n9.cl/vj8ro>
- Rojas , R. (2002). *Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS)., Lima.
- Seoánez Calvo, M. (s.f.). *Contaminación del suelo: estudios, tratamiento y gestión*. Editorial Mundi-Prensa.
- Suarez, J. (2008). *Contaminación del suelo: estudios, tratamiento y gestión*. Obtenido de <https://n9.cl/nz981>
- Torres, P. (2005). *Cobre, Medio Ambiente y Salud*. Obtenido de https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20110222/asocfile/2011022213251/cobre.pdf
- Vallejos, M. C. (2001). *Las aguas subterráneas en el altiplano de Puno – Perú*. Puno.
- Vitela, A. V. (2011). " *Depuración de Arsénico mediante Carbón Activado modificado con nanopartículas de hidro (óxidos) de hierro*". San Luis Potosi.
- Zafra Gómez, & López Hernández. (2009). *The American Review of Public Administration, 2009*.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN |
|---|---|--|---|---|
| <p>• ¿Cuál será la concentración de metales pesados en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de Azángaro - 2023?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo? • ¿Cuál será la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani? • ¿Cuál será la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi? | <p>• Determinar la concentración de metales pesados en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de Azángaro - 2023</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Tiruyo. • Determinar la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Alto Huancarani. • Determinar la concentración del contenido de metales en el agua de la comunidad de Pucara Choquechambi | <p>La concentración de metales pesados en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de Azángaro – 2023 es significativa</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</p> <p>La concentración de metales pesados en aguas de las comunidades Tiruyo, Alto Huancarani, Pucara Choquechambi de Azángaro – 2023 es significativa</p> | <p>Variable Independiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esta variable no se manipula en el estudio, pero si es cambiante a lo largo del tiempo, sería los 03 manantiales, de las 03 comunidades de la provincia de Azángaro <p>Variables de caracterización.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calidad del agua en referencia a los metales pesados. <p>Temperatura pH Aluminio Arsénico Cadmio Calcio Cromo Hierro Magnesio Manganeso Plomo Potasio</p> | <p>Tipo de investigación.</p> <p>a. En términos de su propósito, será de naturaleza aplicada, orientada a investigar las propiedades del H2O destinada al uso doméstico en las comunidades Tiruyo,</p> <p>b. En cuanto a la dimensión temporal, el estudio se clasifica como sincrónico, ya que se llevará a cabo en un momento específico.</p> <p>c. En términos de su profundidad, el estudio se considera descriptivo, ya que busca detallar las variables investigadas</p> <p>d. Respecto a su naturaleza, el estudio se clasifica como cuantitativo descriptivo</p> |

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 1. Toma de muestra en frasco de vidrio para el análisis de metales pesados en aguas de la comunidad de Tiruyo.



Figura 2. Toma de la ubicación geográfica del punto de muestreo de la comunidad de Tiruyo utilizando el equipo de GPS para coordenadas



Figura 3. Toma de muestra en frasco de vidrio para el análisis de metales pesados en aguas de la comunidad de Pucara Choquechambi.



Figura 4. Toma de la ubicación geográfica del punto de muestreo de la comunidad de Pucara Choquechambi utilizando el equipo de GPS para coordenadas.



Figura 5. Toma de muestra en frasco de vidrio para el análisis de metales pesados en aguas de la comunidad de Alto Huancarani.



Figura 6. Toma de la ubicación geográfica del punto de muestreo de la comunidad de Alto Huancarani utilizando el equipo de GPS para coordenadas.



Anexo 3: Resultados de Análisis realizados



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

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA005 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Richard Quispe Bautista
- 1.2. **Proyecto** : CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
- 2.2. **Numero de muestras** : 03
- 2.3. **Muestreado por** : Richard Quispe Bautista
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 17 - 22/01/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : Azángaro
- 2.7. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

| Código | Ubicación | Fecha | Hora |
|--------|----------------------------------|------------|-------|
| P - 01 | Comunidad de Tiruyo | 15/01/2024 | 9:00 |
| P - 02 | Comunidad Alto Huancarani | 15/01/2024 | 10:30 |
| P - 03 | Comunidad de Pucara Choquechambi | 15/01/2024 | 11:40 |



III.RESULTADOS

| Parámetro | Unidad | P – 01 | P – 02 | P – 03 |
|-------------|--------|---------|---------|---------|
| Temperatura | °C | 15.7 | 16.8 | 18.0 |
| pH | | 7.80 | 7.35 | 7.60 |
| Aluminio | mg/L | 0.003 | 0.003 | 0.003 |
| Arsénico | mg/L | 0.0124 | 0.0137 | 0.0117 |
| Cadmio | mg/L | 1.0510 | 0.8702 | 0.9301 |
| Calcio | mg/L | 23.7041 | 18.3012 | 15.3091 |
| Cromo | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 |
| Hierro | mg/L | 0.03720 | 0.03201 | 0.02805 |
| Magnesio | mg/L | 45.2012 | 78.4504 | 56.0510 |
| Manganeso | mg/L | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Plomo | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 |
| Potasio | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 |

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, 26 de enero del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

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

2/4

N.B.: 00285302



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA006 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Richard Quispe Bautista
1.2. **Proyecto** : CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS DE LAS COMUNIDADES TIRUYO ALTO HUANCARANI PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO 2023

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
2.2. **Numero de muestras** : 03
2.3. **Muestreado por** : Richard Quispe Bautista
2.4. **Fecha de ensayo** : 17 - 22/01/2024
2.5. **Departamento** : Puno
2.6. **Provincia** : Azángaro
2.7. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

| Código | Ubicación | Fecha | Hora |
|--------|----------------------------------|------------|-------|
| P - 01 | Comunidad de Tiruyo | 15/01/2024 | 9:00 |
| P - 02 | Comunidad Alto Huancarani | 15/01/2024 | 10:30 |
| P - 03 | Comunidad de Pucara Choquechambi | 15/01/2024 | 11:40 |



3/4

N.B.: 00285302

III. RESULTADOS

| Parámetro | Unidad | P - 01 | P - 02 | P - 03 |
|-------------|--------|----------|---------|---------|
| Temperatura | °C | 15.3 | 16.2 | 18.5 |
| pH | | 7.65 | 7.45 | 7.49 |
| Aluminio | mg/L | 0.003 | 0.003 | 0.003 |
| Arsénico | mg/L | 0.0132 | 0.0142 | 0.0121 |
| Cadmio | mg/L | 1.0490 | 0.8654 | 0.9259 |
| Calcio | mg/L | 23.7126 | 18.3320 | 15.2931 |
| Cromo | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 |
| Hierro | mg/L | 0.03530 | 0.03350 | 0.02860 |
| Magnesio | mg/L | 45.40551 | 78.4210 | 56.1201 |
| Manganeso | mg/L | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Plomo | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 |
| Potasio | mg/L | 0.0003 | 0.0003 | 0.0003 |

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, 26 de enero del 2024

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

4/4

N.B.: 00285302

Anexo 4: Normativa

Estándares de Calidad Ambiental para Agua (DS N° 004 – 2017 – MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección”.

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

| Parámetros | Unidad de medida | A1 | A2 | A3 |
|---|------------------------------|---|---|---|
| | | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado |
| FÍSICOS- QUÍMICOS | | | | |
| Aceites y Grasas | mg/L | 0,5 | 1,7 | 1,7 |
| Cianuro Total | mg/L | 0,07 | ** | ** |
| Cianuro Libre | mg/L | ** | 0,2 | 0,2 |
| Cloruros | mg/L | 250 | 250 | 250 |
| Color (b) | Color verdadero Escala Pt/Co | 15 | 100 (a) | ** |
| Conductividad | (μ S/cm) | 1 500 | 1 600 | ** |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mg/L | 3 | 5 | 10 |
| Dureza | mg/L | 500 | ** | ** |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mg/L | 10 | 20 | 30 |
| Fenoles | mg/L | 0,003 | ** | ** |
| Fluoruros | mg/L | 1,5 | ** | ** |
| Fósforo Total | mg/L | 0,1 | 0,15 | 0,15 |
| Materiales Flotantes de Origen Antropogénico | | Ausencia de material flotante de origen antrópico | Ausencia de material flotante de origen antrópico | Ausencia de material flotante de origen antrópico |
| Nitratos (NO ₃ ⁻) (c) | mg/L | 50 | 50 | 50 |
| Nitritos (NO ₂ ⁻) (d) | mg/L | 3 | 3 | ** |
| Amoniaco- N | mg/L | 1,5 | 1,5 | ** |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo) | mg/L | ≥ 6 | ≥ 5 | ≥ 4 |
| Potencial de Hidrógeno (pH) | Unidad de pH | 6,5 – 8,5 | 5,5 – 9,0 | 5,5 - 9,0 |
| Sólidos Disueltos Totales | mg/L | 1 000 | 1 000 | 1 500 |
| Sulfatos | mg/L | 250 | 500 | ** |
| Temperatura | °C | Δ 3 | Δ 3 | ** |
| Turbiedad | UNT | 5 | 100 | ** |
| INORGÁNICOS | | | | |
| Aluminio | mg/L | 0,9 | 5 | 5 |
| Antimonio | mg/L | 0,02 | 0,02 | ** |
| Arsénico | mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,15 |
| Bario | mg/L | 0,7 | 1 | ** |
| Berilio | mg/L | 0,012 | 0,04 | 0,1 |
| Boro | mg/L | 2,4 | 2,4 | 2,4 |
| Cadmio | mg/L | 0,003 | 0,005 | 0,01 |
| Cobre | mg/L | 2 | 2 | 2 |
| Cromo Total | mg/L | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Hierro | mg/L | 0,3 | 1 | 5 |
| Manganeso | mg/L | 0,4 | 0,4 | 0,5 |
| Mercurio | mg/L | 0,001 | 0,002 | 0,002 |
| Molibdeno | mg/L | 0,07 | ** | ** |

| Parámetros | Unidad de medida | A1 | A2 | A3 |
|---|------------------|---|---|---|
| | | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado |
| Niquel | mg/L | 0,07 | ** | ** |
| Plomo | mg/L | 0,01 | 0,05 | 0,05 |
| Selenio | mg/L | 0,04 | 0,04 | 0,05 |
| Uranio | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Zinc | mg/L | 3 | 5 | 5 |
| ORGÁNICOS | | | | |
| Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₁₀) | mg/L | 0,01 | 0,2 | 1,0 |
| Trihalometanos (e) | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Bromoforno | mg/L | 0,1 | ** | ** |
| Cloroforno | mg/L | 0,3 | ** | ** |
| Dibromoclorometano | mg/L | 0,1 | ** | ** |
| Bromodoclorometano | mg/L | 0,06 | ** | ** |
| I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES | | | | |
| 1,1,1-Tricloroetano | mg/L | 0,2 | 0,2 | ** |
| 1,1-Dicloroetano | mg/L | 0,03 | ** | ** |
| 1,2 Dicloroetano | mg/L | 0,03 | 0,03 | ** |
| 1,2 Diclorobenceno | mg/L | 1 | ** | ** |
| Hexaclorobutadieno | mg/L | 0,0006 | 0,0006 | ** |
| Tetracloroetano | mg/L | 0,04 | ** | ** |
| Tetracloruro de carbono | mg/L | 0,004 | 0,004 | ** |
| Tricloroetano | mg/L | 0,07 | 0,07 | ** |
| BTEX | | | | |
| Benceno | mg/L | 0,01 | 0,01 | ** |
| Etilbenceno | mg/L | 0,3 | 0,3 | ** |
| Tolueno | mg/L | 0,7 | 0,7 | ** |
| Xilenos | mg/L | 0,5 | 0,5 | ** |
| Hidrocarburos Aromáticos | | | | |
| Benzo(a)pireno | mg/L | 0,0007 | 0,0007 | ** |
| Pentaclorofenol (PCP) | mg/L | 0,009 | 0,009 | ** |
| Organofosforados | | | | |
| Malatión | mg/L | 0,19 | 0,0001 | ** |
| Organoclorados | | | | |
| Aldrin + Dieldrin | mg/L | 0,00003 | 0,00003 | ** |
| Clordano | mg/L | 0,0002 | 0,0002 | ** |
| Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT) | mg/L | 0,001 | 0,001 | ** |
| Endrin | mg/L | 0,0006 | 0,0006 | ** |
| Heptacloro + Heptacloro Epóxido | mg/L | 0,00003 | 0,00003 | ** |
| Lindano | mg/L | 0,002 | 0,002 | ** |
| Carbamato | | | | |
| Aldicarb | mg/L | 0,01 | 0,01 | ** |
| II. CIANOTOXINAS | | | | |
| Microcistina-LR | mg/L | 0,001 | 0,001 | ** |
| III. BIFENILOS POLICLORADOS | | | | |
| Bifenilos Policlorados (PCB) | mg/L | 0,0005 | 0,0005 | ** |
| MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS | | | | |
| Coliformes Totales | NMP/100 ml | 50 | ** | ** |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 ml | 20 | 2 000 | 20 000 |
| Formas Parasitarias | N* Organismo/L | 0 | ** | ** |
| <i>Escherichia coli</i> | NMP/100 ml | 0 | ** | ** |



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 16-09-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RICHARD QUISE BAUTISTA

Dirección: JR. OCOÑA BARRIO SAN LUIS ETAPA 1 MZ. A

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75253353

Teléfono: 968640003 email: Richard.1470.sd@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: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: M6TR. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN AGUAS
DE LAS COMUNIDADES TIRUYO AITO HUANCARANI
PUCARA CHOQUECHAMBI AZÁNGARO CACERES 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): MANANTIAL, METALES PESADOS, CADMIO Y CCA

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

2

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
- Título
- 2da Especialidad
- Maestría
- Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

16 - 09 - 2024

Fecha