



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



**EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO
HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD
DE ANANEA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA

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

**EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO
HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD
DE ANANEA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Mgr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1156-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 13180 presentado por el (la) Bachiller: **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA** 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. **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN 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** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS.**

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 04 de octubre del 2024
- * **HORA** : 9:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 824-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 09925 por el señor (a): **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 843 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 041- 2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. **Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 041- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

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 DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Rarilla Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 618-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 7077, presentado el señor (a) **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 526 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 063 -2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 063 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**.

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 ANDAHUAYLAS "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

D. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Partillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (s)



EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	es.slideshare.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac Trabajo del estudiante	<1%



Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EFFECTOS DE MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	76864561
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-6807-4191
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8660-8733
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y Calidad Ambiental - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Antonio de Putina Distrito: Ananea Coordenadas: Latitud: -14.677962 Longitud: -69.535761 URL Maps: https://maps.app.goo.gl/wqCrr9RaMrpus4Zv9</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2024 – Setiembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL NESTOR CERECES DEL SQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECCIÓN DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN - JULIACA - PUNO

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo Ubaldo Harold Mamani Machaca, identificado con DNI Nro. 76864561, 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:

“ EFFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024 ”

Asesorado por: Mgfr. Salvador Teodoro Valdivia Cardenas

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 18 de octubre del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

Con profundo respeto, dedico esta investigación a mis papas, que siempre me han ayudado incondicionalmente y han sido mi fuente de motivación para alcanzar mis objetivos tanto personales como profesionales.



AGRADECIMIENTO

A todas las personas que ayudaron a que este esfuerzo llegara a buen término y que nos permitirán mejorar el nivel de la educación en nuestra comunidad.

A los instructores de la Universidad Andina, por su compromiso, consideración y consejos durante el desarrollo de mi carrera.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO ii

ÍNDICE DE CONTENIDO iii

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS viii

RESUMEN ix

ABSTRACT x

INTRODUCCIÓN xii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática. 1

1.2. Planteamiento del problema..... 3

 1.2.1. Problema general..... 3

 1.2.2. Problemas específicos..... 3

1.3. Objetivos de la investigación..... 3

 1.3.1. Objetivo general..... 3

 1.3.2. Objetivos específicos 3

1.4. Justificación de la investigación 4

 1.4.1. Justificación Practica 4



1.4.2. Justificación social	4
1.4.3. Justificación ambiental	5
1.4.4. Justificación económica	5
1.5. Hipótesis de la investigación	6
1.5.1. Hipótesis general	6
1.6. Variables.....	6
1.6.1. Variable de caracterización.....	6
1.6.2. Variable de interés	6
1.7. Operacionalización de variables	6

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	10
2.1.3. Antecedentes regionales	13
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Recurso hídrico	16
2.2.2. Recurso hídrico en el Perú	18
2.2.3. Agua	19
2.2.4. Propiedades del agua	21
2.2.5. Tipos de agua	23



2.2.6. Calidad de agua	27
2.2.7. Parámetros físicos del agua	28
2.2.8. Contaminación de agua por metales pesados	30
2.2.9. Características de la contaminación del agua.....	32
2.2.10. Mercurio	33
2.2.11. Propiedades físico – químicas	34
2.2.12. Riesgo del mercurio	35
2.2.13. El ciclo del mercurio en el ambiente	36
2.2.14. Los impactos del mercurio sobre la salud	37
2.3. Marco conceptual	41
2.3.1. Recurso hídrico	41
2.3.2. Calidad de agua	41
2.3.3. Mercurio	41
2.3.4. Aguas abajo	41
2.3.5. Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA).....	42

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de investigación	43
3.2. Tipo de investigación.....	43
3.6. Procedimiento metodológico	47



3.6.1. Objetivo 1: Determinar la variabilidad de deposición de la concentración de mercurio a diferentes distancias aguas debajo de la ciudad de Ananea.....	47
3.6.2. Objetivo 3: Determinar los posibles efectos tendrán de estas aguas en los pobladores de la ciudad de Ananea	50

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados	51
4.1.1. Concentración	51
4.3. Discusiones.....	69
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS	80



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.	6
Tabla 2 Puntos de muestreo aguas debajo de la ciudad de Ananea	46
Tabla 3 Variación de la temperatura en los distintos puntos de muestreo	51
Tabla 4 Variación del pH en los distintos puntos de muestreo	52
Tabla 5 Variación de las concentraciones de mercurio	54



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución del agua	17
Figura 2 Recurso hídrico	18
Figura 3 El agua	19
Figura 4 Estados del Agua.....	20
Figura 5 Cuenca de río	21
Figura 6 Escalas del pH	29
Figura 7 Rango de pH para algunas sustancias.....	30
Figura 8 Características de agua contaminada	32
Figura 9 Fuentes de mercurio	33
Figura 10 Mercurio	34
Figura 11 Ciclo del mercurio	37
Figura 12 Exposición al mercurio.....	40
Figura 13 Mapa del lugar de estudio Ananea.....	45
Figura 14 Vista panorámica de la ciudad de Ananea.....	46
Figura 15 Calibración de equipos para la toma de datos insitu.....	47
Figura 16 Muestreo de aguas del rio Ananea.....	48
Figura 17 Muestreo de aguas para la toma de datos insitu	49
Figura 18 Toma de muestra del grifo de un restaurante de la ciudad de Ananea.....	50
Figura 19 Unidades de pH en aguas superficiales aguas debajo de la ciudad de Ananea.....	53
Figura 20 Comparación de los niveles concentración de mercurio con C3	55
Figura 21 Concentración de mercurio en los diferentes puntos de muestreo	56



RESUMEN

La investigación exhibe la finalidad general la Determinación de las concentraciones del mercurio y los efectos que tendrán en la calidad del recurso hídrico aguas abajo de la ciudad de Ananea 2024. Para ello se determinó aleatoriamente 8 puntos de muestreo cada uno alejado unos 100 m, se tomaron muestras de medio litro, para ello se compilo en cuanta el protocolo de monitoreo de aguas superficiales, dichas muestras fueron llevados al laboratorio de la EPISA. Los resultados obtenidos fueron: M-1 0.0043 mg/L, M-2 0.0038 mg/L, M-3 0.0045 mg/L, M-4 0.0037 mg/L, M-5 0.004 mg/L, M-6 0.0038 mg/L, M-7 0.0025 mg/L y M-8 0.0023 mg/L. en base a lo resultante se puede concluir que: las concentraciones de mercurio aguas debajo de la ciudad de Ananea son muy altas y si existe la variabilidad debido a que en zonas cercanas a la ciudad la concentración es mayor y a medida que nos alejamos de la ciudad dichas concentraciones bajan poco a poco, los efectos que posiblemente estarían causando a la población son extremadamente graves en el sentido que dicho metal pesado es acumulado y muy difícil de diagnosticarlo pudiendo estar dañando la salud de la población de Ananea.

Palabras claves: Concentración, agua, Mercurio, metal pesado, ECA



ABSTRACT

The general purpose of the research is the determination of mercury concentrations and the effects they will have on the quality of the water resource downstream of the city of Ananea 2024. For this purpose, 8 sampling points were randomly determined, each one about 100 m away, half-liter samples were taken, for which the protocol for monitoring surface water was compiled, and these samples were taken to the EPISA laboratory. The results obtained were: M-1 0.0043 mg/L, M-2 0.0038 mg/L, M-3 0.0045 mg/L, M-4 0.0037 mg/L, M-5 0.004 mg/L, M-6 0.0038 mg/L, M-7 0.0025 mg/L, and M-8 0.0023 mg/L. Based on the results, we can conclude that mercury concentrations in the waters below the city of Ananea are very high and if there is variability because in areas close to the city the concentration is higher and as we move away from the city these concentrations drop little by little, the effects that could possibly be causing to the population are extremely serious in the sense that this heavy metal is accumulated and very difficult to diagnose and could be damaging to the health of the population of Ananea.

Keywords: Concentration, water, Mercury, heavy metal, ECA



INTRODUCCIÓN

El mercurio es sin duda metal que, como la totalidad de los demás metales pesados, es tóxico y es peligroso en dosis extremadamente bajas. El mercurio es una de las sustancias más peligrosas conocidas por la ciencia; el mercurio de un termómetro doméstico típico es suficiente para resaltar los límites permitidos de Hg en el aire interior. El mercurio es un metal que, una vez en el ambiente (normalmente minerales de la corteza terrestre) y lanzado a la naturaleza, puede desplazarse muy rápidamente, circular en la superficie como en la atmósfera y ingresar en la cadena alimentaria de los seres vivos. Como elemento, el mercurio no puede degradarse en elementos inocuos. Sin embargo, puede cambiar de estado y de especie.

En Perú, el mercurio se utiliza sobre todo en la minería artesanal. Cuando se trata de reducir las emisiones de mercurio y recuperar los subproductos de las operaciones de gran minería que no sucede con la minería a mínima escala- Perú es líder. Desde la antigüedad, la gente ha utilizado el mercurio (Hg) con fines ornamentales y rituales. Durante la época romana, el mercurio también se empleaba para combinar partículas de oro que habían sido extraídas de arenas que contenían oro.

El estudio actual se estructura en cuatro capítulos distintos, los cuales están especificados:

El primer capítulo, encontramos la introducción, el planteamiento de la problemática, enunciando del problema, hipótesis, justificación y la fundamentación definiendo los objetivos logrados que abarca el estudio.



El segundo capítulo, se desarrolla argumentos concernientes al tema de estudio, referencias del estudio y los fundamentos teóricos que sustentan este proyecto.

El 3er capítulo, se exhibe la metodología aplicada en este estudio describiendo el tipo y diseño de estudio, técnicas y los instrumentos, la selección de la población y muestra, los métodos, así también como los procesos de recolección de información.

El cuarto capítulo, Se incluyen los resultados obtenidos y su respectivo análisis. Posteriormente, se abordan las conclusiones y recomendaciones correspondientes.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

El agua es crucial para el consumo poblacional que debe ser seguro para la salud humana y cumplir las normas de calidad establecidas. Por tanto, el agua no tiene que entrañar ninguna clase de peligro que logre provocar alguna clase de padecimiento. La fuente más común de contaminación del agua son los desechos humanos y animales, agravada por la irresponsabilidad de muchos residentes locales que vierten sus residuos sólidos, aguas residuales y basura al río.

Dado que los recursos hídricos son masas de agua necesarias para el crecimiento de la vida, la acumulación de concentraciones de metales en los ecosistemas acuáticos ha suscitado preocupación en las últimas décadas a razón de la incidencia perjudicial que estos metales tienen sobre el medio biótico y la salubridad humana. Numerosas prácticas urbanas y agrícolas vierten estas sustancias nocivas en el agua y los sedimentos, donde pueden acumularse y permanecer durante largos periodos de tiempo, lo que las transforma en una de las primordiales causas de contaminación.



La radiación, los productos químicos peligrosos y los agentes patógenos pueden reducir la calidad del agua. Todas las masas de agua superficiales situados en la zona de atribución de las minas en explotación, cerradas o abandonadas a nivel de distrito, provincia o región han experimentado el perjuicio de la contaminación de las masas hídricas relacionada con la minería, que ha provocado una disminución de la calidad hidrica y la extinción de especies hidrobiológicas.

La alteración de los recursos del agua y de los suelos debido al incremento de la minería en el area industrial es uno de los principales problemas medioambientales, ya que los metales sólidos figuran entre los contaminantes medioambientales más peligrosos porque no se degradan y persisten en el medio biotico de forma permanente.

La ciudad de Ananea se encuentra situada en una zona donde la actividad minera es una de las primordiales fuentes de trabajo y desarrollo económico. Sin embargo, esta actividad conlleva la utilización de mercurio, un metal altamente tóxico que puede causar enormes perjuicios a la salubridad poblacional y al medio biotico.

El vertido de mercurio en las masas de agua cercanos a la ciudad, especialmente en los ríos y arroyos que la atraviesan, ha generado preocupación en la población local y en las autoridades ambientales. Existen evidencias de que la existencia de mercurio en el agua ha afectado la calidad de este recurso hídrico, poniendo en peligro la salubridad de la población que se suministra de estas fuentes de agua para su consumo diario.



1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. *Problema general*

¿Cuáles serán las concentraciones del mercurio y que efectos tendrán en la calidad del recurso hídrico aguas abajo de la ciudad de Ananea 2024?

1.2.2. *Problemas específicos*

- 1) ¿Cuál es la variabilidad de deposición de la concentración de mercurio a diferentes distancias aguas debajo de la ciudad de Ananea?
- 2) ¿Qué posibles efectos tendrán estas aguas en la salud de los pobladores de la ciudad de Ananea?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. *Objetivo general*

Determinar las concentraciones del mercurio y los efectos que tendrán en la calidad del recurso hídrico aguas abajo de la ciudad de Ananea 2024.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- 1) Determinar la variabilidad de deposición de la concentración de mercurio a diferentes distancias aguas debajo de la ciudad de Ananea.
- 2) Determinar los posibles efectos que tendrán de estas aguas en los pobladores de la ciudad de Ananea.



1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación Práctica

Se fundamenta en investigar cuáles son los efectos que la presencia de mercurio en el recurso hídrico está teniendo en la calidad hidrica y en la salubridad de la población de Ananea. Lo resultante de este estudio podrían servir para implementar medidas de conservación y mitigación de la contaminación del mercurio en la zona, así como para concienciar a la población sobre los peligros de consumir agua contaminada. Por lo tanto, dará a conocer los efectos del mercurio en la calidad del recurso hídrico y tomar acciones concretas para salvaguardar la salubridad de la población y el medio ecosistémico.

1.4.2. Justificación social

La investigación es de suma importancia social a razón de que aborda un tema relevante para la salubridad pública y el resguardo del medio ecosistémico. En el caso específico de la ciudad de Ananea, es crucial investigar las posibles incidencias del mercurio en la calidad hidrica, especialmente aguas debajo de la ciudad, donde puede haber una mayor concentración de contaminantes. Estudiar este tema podría permitir identificar posibles fuentes de contaminación, evaluar el peligro para la salubridad de la población que consume esta agua y adoptar medidas de mitigación para proteger el recurso hídrico. Asimismo, esta investigación podría valer como base para la implantar políticas públicas consignadas a prevenir la contaminación por mercurio en fuentes de agua, promover la conciencia ambiental y mejorar el control de los recursos naturales en la ciudad de Ananea.



1.4.3. Justificación ambiental

Se basa en la importancia de estudiar los efectos del mercurio en la calidad hídrica en la ciudad de Ananea. El mercurio es un metal elevadamente nocivo que puede tener alcanzar secuelas en el medio ambiente y la salubridad humana. Aguas abajo de la ciudad de Ananea se encuentran fuentes hídricas que son utilizadas para uso humano, agrícola, industrial y recreativo. Estas aguas podrían estar siendo contaminadas por la presencia de mercurio debido a diversas actividades antrópicas como es la minería, la industria de alimentos o la agricultura. Por lo tanto, es fundamental investigar los efectos del mercurio en la calidad hídrica en esta zona para poder identificar posibles fuentes de contaminación, evaluar el nivel de peligro para la salubridad humana y el ecosistema, y proponer medidas de mitigación y control.

1.4.4. Justificación económica

Se basa en la trascendencia de analizar los efectos del mercurio en la calidad del recurso hídrico en la ciudad de Ananea. El agua es un recurso fundamental para la vida, los cultivos, la industria y el medio ecosistémico en general. La contaminación del agua con mercurio puede tener graves consecuencias económicas, tanto a corto como a largo plazo. El mercurio es un metal altamente nocivo que puede bioacumularse en los organismos acuáticos y en la cadena alimentaria. Esto puede afectar la salubridad de las personas que tomen alimentos contaminados, así como causar daños irreparables en los ecosistemas acuáticos. Además, la contaminación con mercurio puede afectar la calidad del agua para usos industriales y agrícolas, lo que puede tener una incidencia significativa en la producción y en la salud de lo pobladores.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

La concentración de mercurio si tienen efectos negativos debido a sus altas concentración aguas debajo de la ciudad de Ananea.

1.6. Variables

1.6.1. Variable de caracterización

- Concentración de Hg en agua.

1.6.2. Variable de interés

- Posibles Efectos sobre la salud.

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	METODOLOGÍA
Caracterización	Parámetros fisicoquímicos e inorgánicos	Temperatura	°C	Diseño de investigación No Experimental
Concentración de mercurio en agua		pH Mercurio	und. pH mg/L	
Interés	Posibles efectos a la salud	Diferentes enfermedades		Tipo de investigación Básica
Efectos sobre la salud				Enfoque cuantitativo



CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

El trabajo realizado por (Figueroa Cedeño & Lino Muñiz, 2024) tuvo como finalidad determinar la presencia de metales en el río Ayampe perteneciente al cantón "Puerto López". El método empleado en esta investigación fue de tipo cuantitativa debido a que ayudó a calificar el estado actual del río Ayampe por medio de la compilación de las muestras de agua y de los datos obtenidos de las mediciones para analizar la contaminación por metales pesados del agua del río Ayampe. Usaron el método de investigación bibliográfica, descriptivo y analítico para poder interpretar los resultados obtenidos de los laboratorios, los cuales fueron comparados con la tabla de los límites exigidos del Tulsma para consumo poblacional y para riego de cultivos. En las muestras tomadas y enviadas al laboratorio Deproinsa se encuentra presencia de los 3 metales como el Pb, Hg y Cd el que se encontró en mayor cantidad fue el plomo con un nivel de $<0,0024$ mg/l, para el mercurio con un nivel de $<0,00210$ mg/l y el que se encontró en



menor cantidad fue el cadmio con un valor de $<0,00070$ mg/l. En los análisis físicos químicos de las muestras colectadas en el río Ayampe para la temperatura en los puntos de estudio existe una leve variación, que se mantienen entre 28.5°C a 26.5°C siendo el valor de 28.5 el más alto perteneciente a la parte alta de la entrada el colibrí y el valor bajo se dio en la parte media de la entrada del colibrí con un valor de 26.5°C , el pH más alto encontrado fue de 8.187 en la parte alta de la entrada el colibrí, la conductividad eléctrica más alta indica que es de 0.000858 mho/cm, la turbidez más alta encontrada fue de 4.01 UTN y la cantidad de oxígeno disuelto más alta fue de 4.33 mg/l apropiable a la parte baja de la entrada el colibrí del río Ayampe. Estos resultados se compararon con la tabla del Acuerdo Ministerial 097-A del Testo Unificado de Legislación secundaria del ecosistema, indica que los metales analizados se exhiben dentro de los límites exigidos además, el único metal que está sobrepasando los límites exigidos es el mercurio, en los parámetros físicos químicos el oxígeno disuelto está por encima del límite permisible

El estudio presentado por (Zambrano Guerrero, 2024) con el propósito de evaluar el contenido de los metales pesados en la microcuenca del río Jipijapa. La compilación de muestras lo realizó en 3 puntos considerando su parte alta, media y baja, este estudio tiene un método mixto, de campo y documental, los análisis lo ejecutaron en el Laboratorio ELICROM CIA. LTDA. ubicado en la provincia del Guayas. Los resultados mostraron la presencia de arsénico en las primeras muestras de P2 con $0,0040$ mg/l, mientras que, en las segundas muestras, los valores de P1 fueron $0,0037$ mg/l, P2 $0,0411$ mg/l y P3 $0,0147$ mg/l. El cadmio tenía $0,00$ mg/l, el mercurio $0,0000$ mg/l y el plomo $0,0000$ mg/l. Por lo tanto, no hubo presencia de los otros metales pesados estudiados. Los



valores obtenidos de los resultados del laboratorio fueron concertados con los límites permitidos en la normativa ecuatoriana: anexo 1 del pacto ministerial 097 los resultados de esta comparación establecen que los niveles encontrados están en los límites exigidos por la normativa ecuatoriana.

El artículo presentado por los investigadores (Aveiga Ortiz y otros, 2019) determinaron el contenido de Hg y Zn en muestras de agua y sedimentos del río Carrizal (Cantón Bolívar, Manabí) en dos periodos (agosto y octubre). Además, caracterizaron 5 puntos de muestreo en el embalse La Esperanza, 7 en la microcuenca del río Carrizal y 9 en la cuenca del río, abarcando un área de 51 km. Las concentraciones de Hg en agua en la microcuenca estuvieron entre 0.048 y 0.124, en el punto de embalse fue de 0.084 a 0.122 y para la subcuenca fue de 0.132 a 0.097. Las concentraciones de Zn en sedimentos en la zona de la microcuenca estuvieron entre 0.037 a 0.268, para la zona de embalse estuvo entre 0.033 a 0.238 y para la subcuenca fue de 0.023 a 0.101. Los resultados demostraron que las cantidades de zinc y mercurio encontradas en los sedimentos eran sustancialmente superiores a las halladas en el agua. Mientras que se cree que el contenido de Zn presentadas sólo suponen un riesgo para la vida acuática, los valores de Hg en el agua y los sedimentos del río Carrizal superaron los límites de seguridad establecidos por la normativa nacional e internacional. Las cantidades de zinc y mercurio en agua y sedimentos fueron correlacionadas con las siguientes variables: alcalinidad, conductividad eléctrica, pH, sólidos totales, partículas en suspensión, sulfatos y potencial REDOX. En resumen, se determina que los niveles de mercurio y zinc examinados son inadecuados para el agua utilizada con fines agrícolas, el consumo humano o el crecimiento de una vida acuática sana.



2.1.2. Antecedentes nacionales

El estudio presentado por (Gutierrez Soto, 2023) evaluó las cantidades de metales Cu, As, Ni, Hg, Se, Pb, y Zn en las aguas superficiales, así como su grado de contaminación. El enfoque de la investigación tuvo en cuenta un diseño cuantitativo y descriptivo. El estudio se realizó en 2022, entre enero y junio. Para la recogida de muestras se tuvieron en cuenta 2 temporadas de muestreo: durante la estación seca y durante la estación lluviosa. Para la recogida de las muestras se siguió el procedimiento nacional de control de la calidad del (ANA). Según las necesidades del laboratorio para su procedimiento de análisis, se tomó una botella de 130 ml de muestra para el contenido de metales pesados cada mes. Los datos recogidos indican que las siguientes concentraciones de metales alcanzaron sus valores máximos durante los meses de crecida: arsénico (0,00494 mg/L en marzo), cobre (0,00238 mg/L en marzo), mercurio (<0,00009 mg/L en los tres meses), níquel (0,0013 mg/L en enero), plomo (0,0068 mg/L en enero), selenio (0,0015 mg/L en enero) y zinc (0,032 mg/L en enero). De la totalidad de metales analizados en época de crecidas, el plomo es el único que supera el ECA, ya que en los meses de enero a marzo; Las restantes concentraciones de metales pesados se encuentran en los límites permitidos. Durante los meses de estiaje, las siguientes concentraciones de metales alcanzaron su máximo: arsénico (0,00328 mg/L en junio), cobre (0,00131 mg/L en abril), mercurio (<0,00009 mg/L en los tres meses), níquel (0,0015 mg/L en junio), plomo (0,0024 mg/L en abril), selenio (0,0023 mg/L en mayo) y zinc (0,0959 mg/L en junio). Todos los metales pesados están por debajo de la directriz medioambiental de calidad del agua en esta época del año. Se llega a



la conclusión de que, de acuerdo con la norma prevista, el agua para la realización de la piscicultura es aceptable para criar de truchas.

La investigación realizada por (Nieto Ampuero, 2022) La investigación evaluó cómo los vertidos de las explotaciones mineras de oro del distrito de Masisea afectaban a la calidad del río Abujao como consecuencia de las actividades mineras artesanales. Metodología de la investigación: descriptiva y correlacional. Resultados: El mercurio está presente en los parámetros químicos en cantidades superiores a los límites permitidos de 0,0002, oscilando entre 0,134 mg/L y 0,955 mg/L. Hay más hierro del permitido y los niveles son altos. La quebrada Huayhuantal 30 m después de la operación minera fluvial, el río Abujao 50 m y 100 m antes de converger con la quebrada Huayhuantal, y el río Abujao 300 m después de la quebrada Huayhuantal son los lugares críticos de contaminación del río Abujao, El río Abujao se encuentra frente al caserío Abujao, mientras que el arroyo Paujil y el río Shesha están a 50 metros. Los coliformes totales y termotolerantes están presentes en concentraciones superiores a las permitidas en las masas de agua del río Abujao, lo que indica un nivel significativo de contaminación. En conclusión, los minerales utilizados en la extracción de oro y los coliformes han contaminado la cuenca del río Abujao.

El informe presentado por el autor (Vasquez Huaman, 2022) cuyo objetivo general fue para conocer los niveles de metales pesados (As, Cr, Cd, Pb, Hg) en la cuenca Ichu. La población fue el río Ichu, y se muestreó una muestra de cinco lugares utilizan. análisis de laboratorio de metales pesados para adquirir datos. Los resultados mostraron que los valores de arsénico (As) oscilaban entre



0,0051 y 0,0066 mg/L, además de plomo (Pb) entre 0,0005 y 0,0054 mg/L, los de cadmio (Cd) < 0,0005 mg/L, los de cromo (Cr) < 0,01 mg/L y los de mercurio (Hg) < 0,001 mg/L. Se concluye que: a excepción del plomo y el arsénico, que están por debajo de los límites exigidos por la normativa nacionales, el contenido de metales, como el Cd, el Cr y el Hg, supera los límites del ECA de Agua,.

Este estudio realizado por (Cotrina Sánchez & Arrascue Barragan, 2021) Su objetivo era determinar las cantidades de plomo, aluminio, cadmio y mercurio en el agua de riego empleada por la granja Santa Roosa en el distrito de Santa y compararlas con las ECA establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente peruano para la calidad del agua. El estudio fue no experimental y las muestras se tomaron en 3 lugares diferentes. Las muestras se tomaron utilizando el tipo de muestreo simple o puntual, tal como se especifica. Los resultados para la temperatura (°C) fueron 23,5, 24,5 y 24,7; para el pH, 8,31, 8,25 y 8,29; y para la conductividad eléctrica (ms/cm), 0,66, 0,60 y 0,61. Los valores de Plomo (Pb) fueron 0.016 mg/L, 0.021 mg/L y 0.017 mg/L, mientras que los de Aluminio (Al) fueron 6.38 mg/L, 8.41 mg/L y 7.3 mg/L en la totalidad de las muestras recolectadas desde el Canal Santa Rosa hasta el ingreso a la Universidad Nacional del Santa. Asimismo, se encontró que los niveles de (Cd) y (Hg) fueron menores a 0.0003 mg/L y 0.002 mg/L, respectivamente. Estas cantidades se exhiben dentro de los niveles aceptables para la parte químico-inorgánica de la calidad del agua. Se encontró que la cantidad de Al encontrada en el agua de riego de la Granja Santa Rosa es mayor a los límites máximos exigidos por el MINAM, que sugieren contenidos máximos de 5 mg/L, en los tres sitios de monitoreo. Se concluye que el agua de riego utilizada en la Finca tiene una calidad superior a los límites aceptables para el elemento Aluminio (Al) en el



aspecto Químico-Inorgánico. En consecuencia, se desaconseja el uso de esta agua para riego, especialmente para los cultivos que forman parte del programa de Seguridad Alimentaria.

2.1.3. Antecedentes regionales

En el estudio efectuado por (Vilca Quispe, 2022) con la finalidad principal de evaluar los niveles de plomo y mercurio, dos metales pesados, en las aguas superficiales del río Lampa. La metodología utilizada fue un análisis comparativo de los resultados logrados con los niveles especificados en el ECA. Se empleó 5 puntos de muestreo y un laboratorio acreditado en Lima para analizar metales pesados totales por medio de espectrometría; El valor medio de plomo de 0,0030 mg/L y el valor medio de mercurio de 0,0002 mg/L hallados en las conclusiones demuestran que estas concentraciones se encuentran adentro de los límites máximos permitidos por el ECA para el agua de la cat. 3 destinada al agua potable para animales y al riego de hortalizas. Se concluye, por tanto, que en la actualidad no presenta contaminación perceptible en la calidad de las aguas del río. De ello se deduce que estos líquidos son ideales para el riego de hortalizas y el consumo animal.

El informe presentado por la autora (Salas Hermosilla, 2021) El objetivo principal era evaluar los niveles de cobre y Hg en las aguas superficiales y los sedimentos del río Zuraamayo, en el sector Ajoyani - Carabaya. Tomándose muestras de aguas superficiales y sedimentos en 10 zonas distintos. Se examinaron las muestras para determinar los niveles de cobre y mercurio, y los resultados se compararon con las Normas ambientales para aguas de cat. 4. en el contexto de los sedimentos: Conservación del Medio Acuático». Según sus



conclusiones, las aguas superficiales presentaban concentraciones de mercurio de 0,0003 mg/l y los sedimentos, de 0,04 mg/l; las aguas superficiales presentaban niveles de cobre de 0,0002 mg/l, los contenidos de cobre en los sedimentos son P-1 = 0,0003 mg/l, P-2 = 0,0152 mg/l, P-3 = 0,0153 mg/l, P-4 = 0,0641 mg/l, P-5 = 0,1201 mg/l, P-6 = 0,0132 mg/l, P-7 = 0,0154 mg/l, y P-8 = 0,00 mg/l. P-9 = 12,187 mg/kg, P-8 = 45,954 mg/kg, P-7 = 71,474 mg/kg, P-6 = 2,624mg/kg, P-5 = 19,732 mg/kg, P-4 = 0,23 mg/kg, P-3 = 16,15 mg/kg, P-2 = 9,932 mg/kg y P-1 = 9,94 mg/kg son los valores correspondientes a P10, P-9, P-8 y P-7. Quitando el cobre metálico de los puntos 8 y 7, Se llegó a la conclusión de que las hipótesis obtenidas son insuficientes para cumplir los requisitos, en el contexto de los sedimentos, respectivamente.

El artículo presentado por los autores (Loza del Carpio & Ccancapa Salcedo, 2020) mediante el cual evaluaron los valores de mercurio en los sedimentos y el agua superficial del arroyo Lunar de Oro, cerca de la cabecera nevada de Ananea. Para ello, recogieron muestras y utilizaron el método de espectrofotometría para medir el Hg en ambos compartimentos. También evaluaron la el pH, temperatura, el OD, la conductividad eléctrica y el total de sólidos disueltos, además de realizar análisis multiparamétricos y pruebas de laboratorio. El mercurio en los niveles de agua en los 4 zonas de muestreo osciló entre menos de 0,00006 y 0,00051 mg/L (n = 13). Las concentraciones de marzo fueron mayores que las del mes anterior (0.00034 ± 0.000032 mg/L), lo cual está relacionado con el menor caudal y excede los estándares de calidad tanto para Perú como para Canadá. El pH del agua promedió 3.44 ± 0.12 en general, y su contenido de oxígeno disuelto fue de 2.84 ± 0.23 mg/L, indicando baja calidad. El contenido de mercurio en los sedimentos osciló entre 8 y 369 mg/kg, sin



variaciones perceptibles entre áreas o meses. Todas las muestras (100%) superaban los umbrales CEQG y NOAA (EE.UU.). Los índices de acumulación demostraron la importante contaminación por mercurio del emplazamiento, que plantea un grave problema para los ecosistemas y la salud pública. En sus resultados señalan que las aguas del arroyo Lunar de Oro presentan unas cualidades físicas y químicas extremadamente pobres, lo que es indicativo de un ecosistema lótico totalmente destruido. A menudo es impropio para toda clase de aplicación debido a su estado muy ácido y a las bajas cantidades de oxígeno disuelto. El contenido de Hg en las aguas superficiales varían según las temporadas y la intensidad del caudal del arroyo; son mayores en meses secos y con flujos más bajos. En todas las estaciones de muestreo, los contenidos de mercurio en los sedimentos eran muy superiores a las normas NOAA (SEL) y CEQG, siendo la zona de Lunar de Oro la que presentaba las cantidades más elevadas. El alto riesgo ecotoxicológico que este arroyo representa para la vida y la salubridad pública, así como la amenaza potencial que representa para toda la cuenca, se refleja en los índices Igeo y PRE. Se espera que estas cargas contribuyan significativamente a los índices de metilación, así como a los eventos de bioacumulación, particularmente en los dispositivos finales.

En la investigación presentada por (Chambi Huayta, 2019) Nuestro objetivo fue examinar los niveles de (Cd) y (Hg) en los sedimentos de la laguna Umayo - Atuncolla - Puno en 2018. La técnica residió en recoger muestras de sedimentos en varios zonas de muestreo, que fueron elegidos al azar en función de la proximidad y ubicación de la laguna. Se han encontrado valores de contenidos de metales pesados en los sedimentos superficiales de la laguna de Umayo. Entre ellos, mercurio (Hg) con una concentración media de 2,45 mg/kg,

cadmio (Cd) con una concentración media de 5,23 mg/kg, plomo (Pb) con una concentración media de 6,86 mg/kg, bario (Ba) con una concentración media de 216,23mg/kg y arsénico (As) con una concentración media de 6,15 mg/kg. Los resultados indicaron que había presencia de mercurio (Hg) con una media de 2,24 mg/kg. En el control del punto de muestreo 1, la concentración más alta fue de 15,21 mg/kg; al compararla con la normativa, se observó que era significativamente superior al valor establecido por la normativa canadiense, fijado en 0,02 mg/kg. Del mismo modo, se halló una media de 5,61 mg/kg de cadmio (Cd), siendo el punto de monitoreo 2 el que presentaba la mayor concentración, con 9,72 mg/kg. Si se comparan las lecturas obtenidas, resulta evidente que son muy superiores al umbral de 0,03 mg/kg fijado por la legislación canadiense.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Recurso hídrico

(Universidad Privada del Norte, 2022) Los recursos hídricos son suministros naturales de agua que son potencialmente beneficiosos para los seres humanos para una variedad de propósitos, incluyendo los domésticos, agrícolas e industriales.

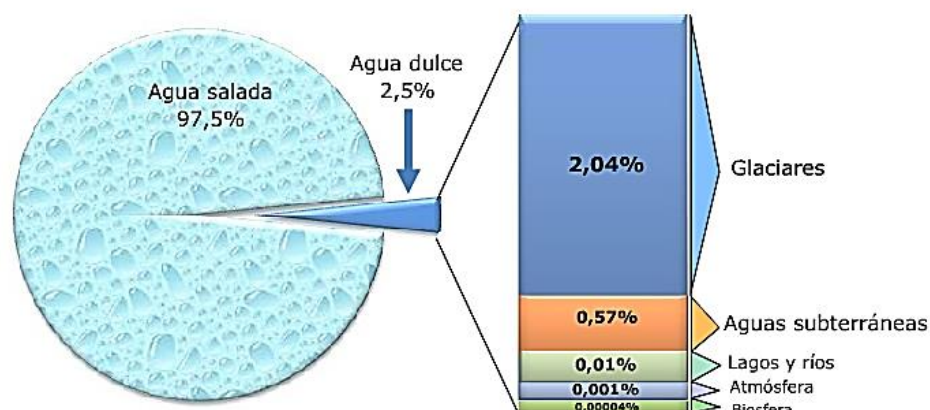
Estos componentes son vitales tanto para nuestro mundo como para nuestra existencia. No podríamos vivir sin agua. Por ello, es fundamental que gestionemos bien nuestros recursos.

El agua dulce abarca el 2,5% del contenido total de agua de la tierra, y los océanos el 97,5%. Además, la mayor parte de los dos tercios está contenida en capas de hielo y glaciares.

Sólo una pequeña parte del agua dulce que no se ha congelado está presente en la superficie o en la atmósfera; la mayor parte se encuentra bajo tierra.

Figura 1

Distribución del agua



Nota: Imagen referenciada de (Ciencias de la tierra y Medioambientales 2° Bachillerato, s.f.)

(GreenFacts) ay mucha demanda de nuestros suministros de agua. Aún se necesitan datos más fiables para comprender cómo varían la cantidad y calidad del recurso hídrico a lo largo del tiempo y entre distintos lugares. Para alcanzar un control garante y sostenible de los recursos hídricos, las actividades humanas repercuten en el ciclo del agua de diversas maneras, que deben reconocerse y medirse. Se ha demostrado que:

ponen en peligro el crecimiento monetario, el medio biótico y la salubridad.

- La cantidad de agua se ve alterada por el cambio climático.
- El medio ambiente, la salud y el crecimiento económico se ven amenazados por la contaminación, el desvío de agua y la incertidumbre sobre la cantidad de agua disponible.

Las aguas subterráneas suelen estar contaminadas y sobreexplotadas.

Para aumentar la disponibilidad de agua, las técnicas convencionales (como.

2.2.2. Recurso hídrico en el Perú

(Universidad Privada del Norte, 2022) Ríos, lagunas, lagos, aguas subterráneas profundas y glaciares son algunos de los que se utilizan.

Con el 97% del agua dulce del Perú accesible, la Región Hidrográfica Amazónica aloja una enorme parte de los recursos hídricos del país, según ANA.

Asimismo, la Región Hidrográfica del Pacífico, que cuenta con el 1,77% de agua dulce, alberga la mayor parte de las provincias con elevados contenidos de ciudades, población y actividad económica.

En esta región costera se concentra el 69% de la población, según el INEI. Debido a la baja proporción de recursos hídricos dispersos, podemos hablar entonces de un grave problema de distribución en la nación.

Por último, sólo el 4% de los peruanos reside en la Región Hidrográfica del Titicaca, que contiene el 0,32% de la población total del país.

Figura 2

Recurso hídrico



Nota: Extraído de (Universidad Privada del Norte, 2022)

2.2.3. Agua

(FuncAGUA, s.f.) El agua tiene la fórmula H_2O porque está compuesta por 2 componentes: hidrógeno y oxígeno. Siendo la molécula de agua tiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

Como hay muchas moléculas en una gota de agua, se deslizan unas junto a otras a medida que el agua fluye. Por eso, el agua líquida es amorfa.

Figura 3

El agua



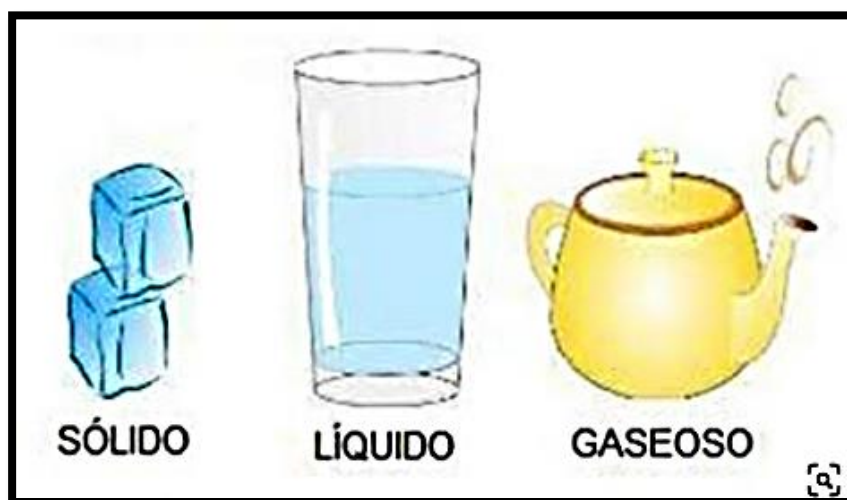
Nota: Imagen recopilada de (iagua, 2018)

El único elemento que existe en la naturaleza en las 3 etapas -sólida, líquida y gaseosa- es el agua. Las temperaturas bajo cero hacen que las moléculas de agua se adhieran unas a otras, impidiendo cualquier movimiento posterior y permitiendo que el hielo se solidifique. Cuando el agua tiende a

calentar, las moléculas se apartan y pierden peso, logrando que el agua se vuelva gaseosa y ascienda a las nubes. Esto se conoce como vapor de agua.

Figura 4

Estados del Agua



Nota: Imagen referenciada de (Liuba, s.f.)

(Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, s.f.) es un elemento natural escaso pero vital que se repone mediante el ciclo del agua. Tiene una trascendencia estratégica para el adelanto económico y social de la nación, así también para sus aspectos sociales y medioambientales. Debido al clima y a la geografía del país, el agua es cuantiosa en la zona amazónica y escasa en la costa y, ocasionalmente, en la sierra. Al igual que ocurre con la repartimiento del agua a lo largo del año, existe una marcada temporalidad.

La lluvia, el granizo la nieve son ejemplos de precipitaciones que entran en una cuenca hidrográfica. Esta puede filtrarse en el subsuelo o escurrirse hasta llegar a un arroyo que nutrirá un río u otro curso de agua en expansión. Parcialmente evaporada y parcialmente utilizada por las plantas y otras especies, el agua que queda momentáneamente en el subsuelo, en las fuentes

naturales como ríachuelos y estanques, y en la superficie de la masa vegetal se libera finalmente de nuevo a la atmósfera en forma de transpiración. El «ciclo hidrológico» se inicia cuando se crean nubes durante los procesos de condensación. Un debate sobre el agua estaría incompleto sin mencionar la cuenca hidrográfica, que es la zona delimitada naturalmente por cumbres o cuencas hidrográficas y drenada por la única red de drenaje, casi siempre un cauce importante o un río. Dentro de las cuencas pueden definirse subcuencas, también denominadas cuencas de orden inferior. Se considera que la unidad de gestión y planificación es la cuenca.

Figura 5

Cuenca de río



Nota: Imagen recopilada de (Bordino, 2024)

2.2.4. Propiedades del agua

Según (Enciclopedia Humanidades, s.f.), se tienen las siguientes propiedades:



a) Propiedades físicas

- ✘ Carece de sabor. Como el agua no tiene ningún sabor particular, cualquier cosa que se disuelva en ella, como la sal o el azúcar, siempre sabrá bien cuando se consuma.
- ✘ Es abierta y visible. La luz puede atravesar fácilmente el agua porque carece de color. El color del ingrediente disuelto se transfiere a la mezcla cuando se combina con otra sustancia que tiene color.
- ✘ Es inodora. El agua no tiene olor. Si está mezclada con otra sustancia, la mezcla resultante tendrá el olor de la sustancia disuelta.
- ✘ Es conductora de electricidad. El agua conduce la corriente eléctrica siempre que tenga compuestos químicos disueltos en ella, que se disocian en sus iones (partículas con carga eléctrica) y generan la conducción de la corriente eléctrica. El agua pura, sin iones, no transporta la corriente eléctrica.
- ✘ Es magnética. El agua líquida y pura es diamagnética, es decir, es repelida por campos magnéticos externos intensos.
- ✘ Es incompresible. El agua líquida casi no puede comprimirse. Incluso a una profundidad de unos 2 kilómetros, sometida a 200 atm de presión, el agua disminuye su volumen solo en un 1 %.
- ✘ Transmite el sonido. La difusión del sonido en el agua ocurre casi sin atenuarse, sobre todo, las bajas frecuencias. Esta propiedad se utiliza en el funcionamiento del sonar y es la base de la comunicación entre los cetáceos.
- ✘ Su tensión superficial es alta. Los líquidos con alta tensión superficial, como el agua, ofrecen resistencia cuando se aumenta su superficie. Así, los insectos pueden caminar sobre el agua.



b) Propiedades químicas

- ✓ El agua se crea por la combustión de moléculas orgánicas y la neutralización de ácidos y bases.
- ✓ El agua reacciona con óxidos metálicos formando hidróxidos y con óxidos no metálicos formando oxácidos.
- ✓ El agua reacciona con elementos químicos muy electropositivos (elementos de los conjuntos IA y IIA Periódica) para formar hidróxidos.
- ✓ Los compuestos orgánicos e inorgánicos pueden hidrolizarse al reaccionar con el agua.

2.2.5. Tipos de agua

Según (Zarza, s.f.) exhiben varias clases de agua en base a sus propiedades químicas, físicas u biológicas

- a) **Agua potable:** que se define como agua que no es adecuada para el consumo poblacional y puede beberse sin riesgo para la salud tras un tratamiento adecuado. Es clara, pura, carente de contaminantes y no tiene sabor ni olor desagradables. Para garantizar su seguridad, este tratamiento implica procedimientos que incluyen la filtración, la desinfección y la eliminación de contaminantes químicos y biológicos.
- b) **Agua dulce:** Por agua dulce se entiende el agua que se encuentra de forma natural en diversos lugares de la Tierra, como capas de hielo, marismas, lagos, ríos y acequias, así como corrientes subterráneas y acuíferos. Suele distinguirse por su bajo contenido en sales y sólidos disueltos, normalmente menos de 1.000 mg/l de sales disueltas.



- c) **Agua salada:** Como es el agua que se presenta en los océanos y mares que rodean la Tierra, también se la conoce como agua de mar. Se identifica por una concentración aproximada del 35% de sales minerales diluidas, compuestas principalmente por bicarbonato cálcico, sulfato magnésico y cloruro sódico. Existen sutiles variaciones en esta composición en función de la profundidad y la situación geográfica.
- d) **Agua salobre:** El agua salina tiene una salinidad media entre el agua dulce y agua de mar. El término «salinidad del agua salobre» se refiere a una amplia categoría de regímenes de salinidad que no están bien caracterizados. El agua salobre, que suele encontrarse en marismas y estuarios donde se mezclan el agua dulce y salada, puede tener un contenido de salinidad de 0,6 a 40 gramos por litro.
- e) **Agua dura:** El agua dura se define por tener una alta concentración de elementos disueltos, fundamentalmente sales de calcio y magnesio. Además se conoce como agua calcárea en química. Este atributo puede influir en la formación de depósitos calcáreos en tuberías y sistemas de calefacción, así como en la eficacia de detergentes y jabones. Para evaluar la dureza se utilizan grados alemanes (°dH), considerándose agua dura a partir de 8,4 °dH.
- f) **Agua blanda:** El agua blanda se define por tener muy poca sal disuelta. El agua blanda se define por tener menos de 60 mg/l de carbonato cálcico. En entornos domésticos y comerciales en los que la dureza del agua puede ser un problema, incluidos los sistemas de calderas y limpieza, se recomienda este tipo de agua.



- g) Agua destilada:** El agua destilada es un material que ha sido limpiado o purificado a través del proceso de destilación, con su composición determinada por una unidad de moléculas de H₂O. En este proceso, el agua se volatiliza y posterior se condensa, lo que elimina la mayor parte de los contaminantes y sales disueltas. El agua destilada se utiliza con frecuencia en laboratorios, en la fabricación de medicamentos y en otros procesos que requieren agua extremadamente pura.
- h) Aguas residuales:** Cualquier agua cuya calidad se vea incidida denegadamente por la intervención humana se considera agua residual. Se clasifican como tales las aguas que, por su calidad, cantidad o disponibilidad, no tienen un valor inmediato para el fin para el que fueron generadas o utilizadas, según la FAO. Para evitar la contaminación, estas aguas deben ser tratadas antes de ser utilizadas de nuevo o vertidas al medio ambiente.
- i) Aguas negras:** Las aguas residuales se aluden como aguas que han sido contaminadas con orina o excrementos. Es un tipo de agua residual que, por su elevada carga de patógenos y contaminantes orgánicos, supone un grave peligro para la salubridad humana y el medio ambiente.
- j) Aguas grises:** El agua sobrante del uso doméstico se conoce como aguas grises. Se compone de restos orgánicos e inorgánicos, así como de bacterias, y tiene mucho menos fosfato y nitrógeno que las aguas residuales. Su aspecto brumoso y el hecho de que se sitúen entre el agua potable y dulce y las aguas residuales son las razones de su apodo. Se producen por tareas como ducharse, fregar los platos y lavar



la ropa. Tras ser tratadas adecuadamente, pueden volver a utilizarse para el riego y otros fines no potables.

- k) Agua bruta:** El agua no tratada se denomina agua bruta. La contienen las fuentes naturales y los embalses de aguas superficiales y subterráneas. Puede ser necesario tratar este tipo de agua antes de utilizarla para uso industrial o humano, ya que puede incluir una serie de contaminantes artificiales y naturales, como microbios y productos químicos orgánicos e inorgánicos.
- l) Agua de lluvia:** Agua de lluvia recogida de la atmósfera. Tiene un mínimo contenido de minerales disueltos y suele considerarse blanda. Sin embargo, puede acumular impurezas al caer y es necesario tratarla antes de utilizarla con seguridad.
- m) Agua de deshielo:** Este tipo de agua se produce cuando se derriten la nieve y el hielo, sobre todo en las zonas árticas y montañosas. Debido a cómo afecta el cambio climático a los glaciares y las capas de hielo, cada vez tiene más importancia.
- n) Agua mineral:** Se trata de agua que se ha infundido con minerales u otros materiales disueltos para cambiar su sabor o añadir beneficios medicinales. A menudo se extrae de fuentes subterráneas o manantiales.
- o) Agua alcalina:** La presencia de minerales alcalinos como el calcio, el magnesio y el potasio es la razón por la que esta agua tiene un pH superior a 7. En ocasiones se alaba por sus posibles ventajas para la salud, aunque no hay necesariamente pruebas científicas que respalden estas afirmaciones.



- p) **Agua de mar desalinizada:** se somete al proceso de desalación para reducir la sal y otros compuestos, creando un tipo de agua apta para el consumo poblacional y otros usos.
- q) **Agua ultrapura:** Es agua extremadamente pura a la que se le han eliminado prácticamente todos sus minerales e impurezas. Se emplea en laboratorios y empresas donde la presencia de contaminantes podría alterar el resultado, como en la investigación científica y la fabricación de semiconductores.

2.2.6. *Calidad de agua*

Cuando hablamos de las cualidades físicas, químicas y biológicas del agua, nos referimos a su estado natural o al estado del agua tras la intervención humana. La idea de que el agua es de calidad cuando logra obtenerse sin poner en peligro la salud se ha vinculado a la utilización del agua para uso humano. Sin embargo, la calidad del agua para tales fines puede analizarse en función de otros requisitos del agua (Custodio & Díaz, 2001)

Cuando una masa de agua carece de contaminantes y gérmenes que supongan un riesgo para la salubridad humana, así como de los que imparten sabores, colores, olores o turbiedades desagradables, se considera que tiene buena calidad. La calidad del agua sólo es universalmente significativa y es relativa. Esto implica que un suministro de agua admisible para el consumo poblacional puede no ser adecuado para la industria, y que una fuente de agua lo bastante limpia como para mantener el vivir de los pescados puede no ser buena para nadar (Lenntech, 2004)



El uso de la tierra, la producción agrícola e industrial, la cantidad de tratamiento antes de ser devuelta a los cuerpos de agua y la cantidad de agua en ríos y lagos -ya que estas variables determinan la capacidad del agua para ser purificada- tienen una incidencia en la calidad del agua (Vasquez Huaman, 2022)

Todo tipo de agua, ya sea superficial o acuífera, está influenciado tanto por elementos ambientales como por la actividad humana. Con el incremento de las actividades industriales u agrícolas, la creciente población humana y la posibilidad de que el cambio climático excite cambios significativos en el ciclo hidrológico, la degradación de la calidad del agua se ha transformado en una inquietud mundial. La composición física y química del agua puede verse alterada por la actividad biológica en los medios acuáticos (ONU-DAES, 2014)

2.2.7. Parámetros físicos del agua

a) Temperatura

La velocidad a la que se originan los procesos biológicos en los seres vivos, como la respiración microbiana, que representa la mayor parte de la autodepuración del agua, está influida por la temperatura del agua. Las temperaturas por encima del punto de congelación permiten tasas de crecimiento más rápidas y permiten que algunas biotas alcancen un crecimiento poblacional significativo. La temperatura del agua en ambientes naturales sería entre 0°C y 30°C. (Chapman, 1996)

b) pH

El pH de las soluciones acuosas oscila entre 0 y 14. Un pH inferior a 7 se cree ácido y un pH superior a 7 se considera básico. Un material se

considera neutro cuando su valor de pH es 7. Debido a que se originan a partir de seres vivos, incluyen SO_2 y CO_2 disueltos procedentes del medio ambiente o contienen ácido sulfúrico de ciertos minerales, las aguas naturales pueden tener un pH ácido. El pH de los cursos de agua contaminados resultantes de vertidos industriales puede ser bastante ácido (Díaz de Santos, 1992)

Figura 6

Escalas del pH



En las instalaciones de tratamiento hídrico y para determinar la propensión del agua a la incrustación o la corrosividad, también se utiliza el valor del pH. Cuando se utilizan técnicas de desinfección, el pH del agua puede afectar al resultado y es un factor elemental a tener presente a la hora de seleccionar un procedimiento. Los resultados de este parámetro se encuentran dentro del rango habitual; la única excepción es la red de distribución de San Jerónimo, donde se situó ligeramente por encima de los rangos permitidos a nivel nacional. (Clara, 2005)

Figura 7

Rango de pH para algunas sustancias



El pH influye en los procesos químicos y biológicos del agua. La mayor porción de la vida acuática prefiere un intervalo de pH de 6,5 a 8,5. Como estos valores de pH perjudican a las especies no adaptadas, la diversidad suele reducirse en estos entornos. Las sustancias químicas tóxicas también pueden resultar accesibles a los animales o movilizarse en entornos de pH bajo. En la escala, las soluciones ácidas se indican con números del 0 al 7, y las soluciones alcalinas con números del 7 al 14. El pH de una sustancia será el más cercano a su valor más bajo. El pH de una sustancia será lo más cercano a 0 para las sustancias más ácidas y lo más cercano a 14 para las sustancias más alcalinas (Díaz de Santos, 1992)

2.2.8. Contaminación de agua por metales pesados

Cuando hay presencia de compuestos peligrosos o concentraciones anormalmente altas de sustancias que logren ser perjudiciales para los



ecosistemas acuáticos, la salud poblacional y otros usos del agua, el agua se contamina por metales pesados (Courtade, 2023)

La exterior de metales pesados en el agua puede corresponder tanto a fuentes naturales como artificiales. En el primer caso, el agua que pasa por sustratos que presentan metaloides en su composición enriquece de forma natural la solución, aumentando la concentración.

En el segundo aspecto, la contaminación es consecuencia de la actividad humana primordialmente operaciones mineras e industriales-, así como de las aguas servidas y lixiviados que se arrastran hasta los manantiales o las aguas fluviales. El agua de los manantiales y de los ríos vecinos puede estar potencialmente contaminada en lugares con una considerable actividad agrícola y uso de pesticidas.

De este modo, la concentración del metal pesado en el agua puede aumentar como consecuencia de su desintegración por conducción. Existen varios métodos para medir los niveles de metales pesados en los alimentos y el agua. Entre ellos se encuentra la Espectrofotometría de Masas con Plasma Conectado Inductivamente, que utiliza aparatos ICP-Mass de última generación. Podemos suponer que existen niveles significativos de metales pesados en nuestros cursos de agua basándonos en varias pruebas (Faro de Vigo, 2022)

Dado que los metales se depositan en los sedimentos a través de la erosión del suelo y la meteorización de las rocas, suponen una importante amenaza para los ecosistemas acuáticos. Los metales pesados procedentes de actividades antropogénicas deben ser monitorizados para valorar la calidad de

los ecosistemas y salvaguardarla, ya que los metales llegan a las aguas superficiales de los ríos durante el ciclo hidrológico (Márquez y otros, 2012)

2.2.9. Características de la contaminación del agua

A partir de 2022, EscasezdeAgua.com Cuando factores externos afectan negativamente al estado del agua, se produce su contaminación. Esto hace que el agua no sea segura para la agricultura, la ganadería, la industria y el consumo poblacional, entre otros usos.

Saber diferenciar entre el agua potable y el agua contaminada es crucial, y para ello es necesario observar de cerca rasgos como el olor.

- El agua parece tener un tinte extraño.
- Su sabor es diferente al del agua.
- Su superficie permite observar objetos.

Figura 8

Características de agua contaminada



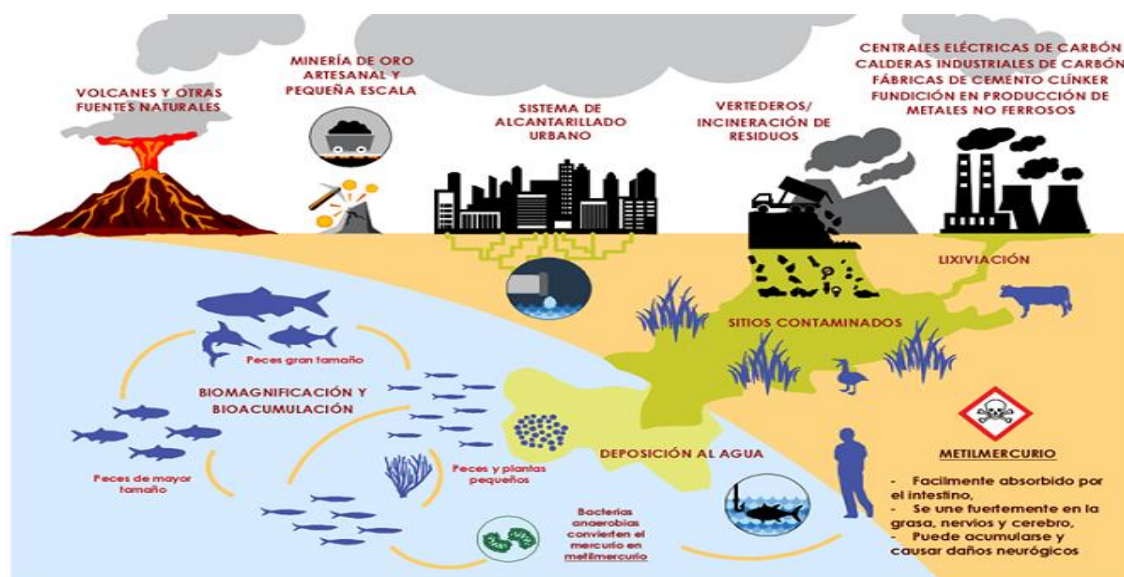
Nota: Imagen recopilada de (Verano Cuadros, 2022)

2.2.10. Mercurio

El único metal pesado que es líquido en circunstancias normales es el mercurio (símbolo químico: Hg). Una vez integrado en la atmósfera en forma gaseosa, su volatilidad permite su transporte a larga distancia. Además de las emisiones y liberaciones provocadas por la actividad humana, viven fuentes naturales de Hg (por ejemplo, la erosión de los minerales que lo presentan, la actividad volcánica, los incendios forestales), así como liberaciones provocadas por la minería, la purificación del gas natural, el empleo de mercurio en diversos métodos y productos químicos, la actividad de fundidoras y crematorios, la combustión en centrales térmicas, fábricas de cemento, etc.). han aumentado considerablemente su exposición al mercurio, lo que puede tener consecuencias perjudiciales tanto para el medio ecosistemico como para la salubridad humana. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.)

Figura 9

Fuentes de mercurio



Nota: Imagen referenciada de (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.)

El elemento Mercurio es metálico. En realidad, es el único metal que es líquido a temperatura ambiente y presión atmosférica. El mercurio debe alcanzar una temperatura de $-38,83\text{ }^{\circ}\text{C}$ para cristalizar. Por el contrario, el punto de ebullición de esta sustancia es de $356,73\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para tratarse de un metal, estos valores son bastante bajos. Entre sus cualidades destaca que, a diferencia de otros metales, conduce débilmente el calor pero es un excelente conductor de la electricidad. (zschimmer & schwarz España, 2022)

Figura 10

Mercurio



Nota: Recopilado de (Wikipedia, s.f.)

2.2.11. *Propiedades físico – químicas*

(Proyecto GAMA, s.f.) A temperatura ambiente, el mercurio, un metal de color plateado brillante, es líquido. Sus puntos de fusión y ebullición son $-38,9^{\circ}\text{C}$ y $357,3^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Su peso específico a 0°C es de $13,6\text{ g/cm}^3$. Debido a su elevada presión de vapor ($163 \times 10^3\text{ Pa}$), el mercurio metálico se evapora expeditamente a 20°C , su contenido en el aire puede alcanzar hasta $0,014\text{ g/m}^3$,

mientras que a 100°C puede llegar hasta 2,4 g/m³. Cuando el Hg elemental está en la atmósfera, a menudo nos referimos a él como vapor de mercurio, y cuando es líquido, nos referimos a él como mercurio metálico.

Las amalgamas son aleaciones hechas de mercurio metálico y una amplia variedad de metales, principalmente oro y plata. Resulta atractivo para la recuperar el oro en la minería aurífera a pequeña escala por sus características.

La solubilidad del mercurio en el agua pende en gran medida del calor

0 mg/l → (20°C)

250 mg/l → (50°C)

1100 mg/l → (90°C).

su solubilidad en los lípidos (aceites y grasas) oscila entre 5 y 50 mg/l.

2.2.12. Riesgo del mercurio

Según (Pari Huaquisto, 2017), afirma que es altamente volátil y que, si está en el aire, podemos respirarlo ya que nuestra piel y pulmones lo absorberán. El mercurio inhalado es el tipo de exposición más peligroso, ya que entra en el cuerpo, se acumula y permanece allí durante un período muy largo. El mercurio no es un dispositivo presente de forma natural en los alimentos, pero conciente entrar en nuestro organismo a través del consumo de pescado -como uno de los metales más frecuentes en las aguas de ríos y océanos- mediante de animales y vegetales, ya que el metal se moviliza y se acumula en el suelo. Las actividades poblacionales como la minería, la fundición, la quema de RR.SS., la producción de fertilizantes para los cultivos y el vertido de aguas servidas son las fuentes de este mercurio. La FAO estableció un umbral de mercurio de 0,01 mg/l para el agua de la CEPA apta para el consumo animal. Este umbral tiene un amplio arenal de seguridad, se basa en los contenidos que suelen encontrarse en las

aguas subterráneas y superficiales estimadas adecuadas para el consumo animal y puede no reflejar con exactitud los valores de tolerancia de los animales. Dado que las cantidades seguras

2.2.13. El ciclo del mercurio en el ambiente

(Argentina.gov.ar, s.f.) El «ciclo biogeoquímico del mercurio» involucra a todos los tipos de mercurio. El mercurio circula cíclicamente entre los seres vivos (bio) y el medio geológico (geo), donde tienen lugar los procesos químicos en los que interviene este elemento.

Este ciclo implica la liberación de mercurio elemental (Hg^0) a la atmósfera desde los suelos y el agua. Una vez en la atmósfera, puede recorrer grandes distancias antes de dispersarse y convertirse en otras especies solubles. Tras su deposición, el mercurio (Hg) vuelve a los suelos y al agua principalmente en forma química de metilmercurio (Met-Hg) a través de diversos procesos, incluida la biotransformación por bacterias que se hallan en los cuerpos de agua.

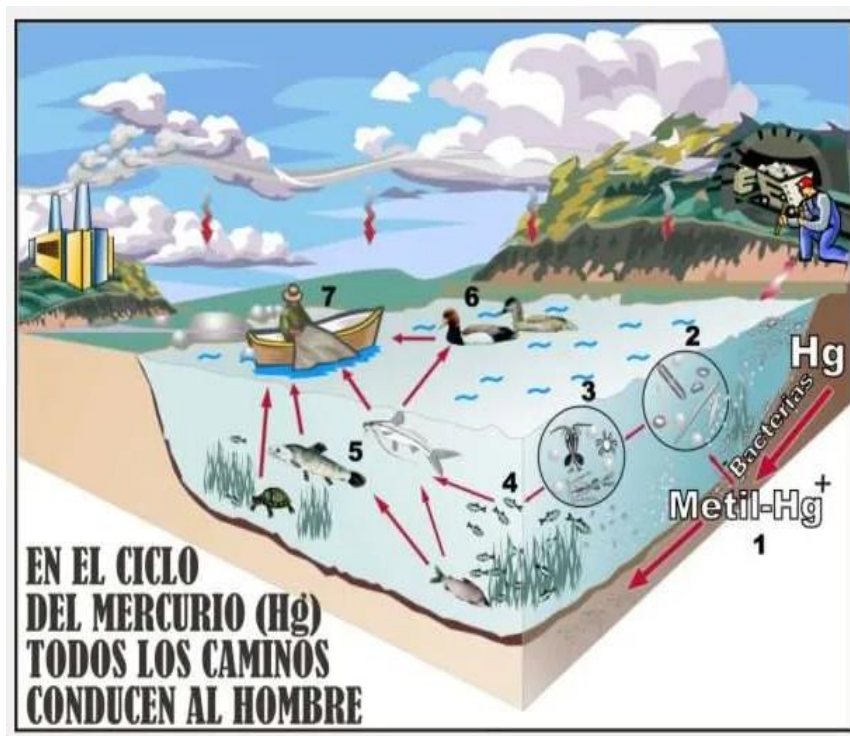
El metilmercurio tiene la forma química que puede causar lo que se conoce como bioacumulación en los seres vivos. Una sustancia química puede acumularse de forma gradual y persistente en un organismo vivo a través de un proceso conocido como bioacumulación. Esto puede ocurrir cuando un producto es absorbido más velozmente de lo que puede ser empleado o cuando es incapaz de ser digerido.

Debido a las cualidades lipofílicas del metilmercurio, o a su atracción por los lípidos, se deposita en el tejido adiposo animal y se acumula con el tiempo. La biomagnificación, o propagación progresiva de la bioconcentración de los numerosos eslabones implicados a lo largo de la cadena trófica, también puede

producirse de este modo y acabar pasando a los seres humanos como último eslabón.

Figura 11

Ciclo del mercurio



Nota: Imagen recuperado de (America Verde, 2010)

2.2.14. Los impactos del mercurio sobre la salud

(Proyecto GAMA, s.f.) El tipo de combinación y el nivel de oxidación del mercurio tienen un impacto significativo en la toxicidad del Hg y en cómo afecta a la salud poblacional. Produce dermatitis cuando entra en contacto con la piel, aunque no se absorbe mucho por esta vía. La vaporización de polvos y vapores que contienen mixtos de Hg es la forma más común de intoxicación profesional.

Metabolismo:

- Los pulmones absorben alrededor del 80% del mercurio respirado, que disminuye un 50% en 50 días (esta disminución a la mitad se origina cada 50 días).



- Los riñones absorben la mayor cantidad.
- Se elimina en forma de mezclas de albúmina y mercurio en la orina y las heces.

Los iones Hg^{2+} son la causa del impacto nocivo.

Los siguientes son signos de intoxicación aguda por inhalación de vapor de mercurio: dolor de cabeza y, a menudo, albuminuria; molestias en el pecho

- ✓ dificultad respiratoria; tos; sabor metálico; náuseas; diarrea; dolor abdominal; vómitos y, en raras ocasiones, gastroenteritis aguda grave con un periodo de latencia de 24 hrs.
- ✓ La gingivitis y la nefritis -insuficiencia con uremia extrarrenal elevada provocada por el albuminato de mercurio- pueden aparecer al cabo de tres o cuatro días. Pueden transcurrir dos semanas antes de la recuperación.
- ✓ En situaciones extremas, se manifiestan temblores musculares y signos psicopatológicos.
- ✓ La intoxicación crónica (mercurialismo) se produce cuando alguien inhala vapor de mercurio durante un periodo prolongado. Los síntomas incluyen problemas orales, renales, respiratorios y gastrointestinales que empeoran con la exposición.
- ✓ Las exposiciones prolongadas suelen provocar problemas neurológicos.
- ✓ Boca: temblor de la lengua, salivación, alteración de la percepción del gusto y el olfato, gingivitis, daño alveolar, decoloración de las encías y dificultad para hablar.
- ✓ Nariz: anemia y merma de apetito. □ Molestias nasales y epistaxis.



- ✓ Los síntomas neurológicos incluyen temblores, que suelen afectar a los labios, los párpados y las extremidades. Los casos graves también pueden provocar rigidez o espasmos clónicos. Son frecuentes las neuralgias, las parestesias, la ataxia y el ampliación del reflejo plantar.
- ✓ Mengua de la agudeza visual y opacificación del cristalino.
- ✓ Los síntomas psicológicos incluyen irritabilidad, excitabilidad, insomnio, tristeza, depresión, timidez, agotamiento y pérdida de memoria.
- ✓ - Se deposita en el cerebro, el hígado, los riñones y la leche materna. Se elimina por la orina. En algunos casos se ha observado el desarrollo de síndrome nefrótico.
- ✓ Efectos similares de intoxicación se observan con combinaciones de Hg^{2+} inorgánico.
- ✓ Los seres humanos son muy peligrosos para los compuestos orgánicos de mercurio, en particular el metilmercurio (CH_3Hg^+). Se consumen a través de los alimentos. El metilmercurio tiene capacidad para provocar mutagénesis y teratogenicidad; se disuelve corridamente en la grasa y cruza la placenta y la barrera hematoencefálica. Se necesitan algunas semanas para identificar los signos típicos de intoxicación (aparte del temblor patológico):
- ✓ estrechez de visión, escritura y pronunciación descuidadas, hipersensibilidad inusual, irritación cutánea, hemorragias nasales y depresión
- ✓ irritabilidad del sistema nervioso

Deben realizarse investigaciones médico-clínicas para detectar el envenenamiento o la contaminación por mercurio, conjuntamente de estudios

químicos del cabello, las uñas, la orina o la sangre para detectar hg en el cuerpo.

En general, estas investigaciones llegaron a la conclusión de que la intoxicación aguda y crónica por mercurio afecta a un porcentaje significativo de los pequeños mineros del oro.

Con frecuencia, las familias de los mineros también están expuestas al mercurio, además de ellos mismos. Debiéndose a que los mineros artesanales suelen quemar la amalgama en sus cocinas o en sus propios patios.

Figura 12

Exposición al mercurio



Nota: (Organización Panamericana de Salud, 2023)



2.3. Marco conceptual

2.3.1. Recurso hídrico

Las masas hídricas de la Tierra, desde ríos hasta lagos, arroyos y lagunas, se denominan recursos hídricos. (Pérez Porto & Merino, 2021)

2.3.2. Calidad de agua

Son las circunstancias físicas, químicas y biológicas bajo las cuales el agua existe, ya sea inalterada por el crecimiento de la población u otros esfuerzos productivos, o alterada como resultado de ello. (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

2.3.3. Mercurio

Los depósitos de carbón y otras rocas que constituyen parte de la corteza terrestre contienen mercurio de forma natural. Su número atómico es 80 y está personificado por el símbolo «Hg» en la tabla periódica. El hg puede encontrarse en varias formas, como mercurio elemental (metálico), elementos inorgánicos de mercurio, metilmercurio y otras moléculas orgánicas. (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos , 2024)

2.3.4. Aguas abajo

Se considera que un punto se encuentra aguas abajo de un tramo de un curso de agua si está situado aguas abajo del tramo en cuestión y fluye en la dirección de la corriente. «Aguas abajo» es otra expresión que se emplea. Aguas abajo se suele denominar con la palabra española ayus. (Wikipedia, 2024)



2.3.5. Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA)

Además, debe ser consultada al diseñar e implementar tecnologías de gestión ambiental. Presenta la mayor concentración de materiales y características físicas, químicas y biológicas que se encuentran en los recursos hídricos superficiales y que no suponen una amenaza grave para la salud pública ni disminuyen la contaminación del medio ambiente (Autoridad Nacional del Agua, 2016).



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de investigación

El presente estudio adoptó un enfoque cuantitativo utilizando una estrategia de estudio no experimental. Debido a que la variable de investigación no se modificó a propósito y el fenómeno solo se observó en su hábitat natural, se denomina no experimental (Hernández & Fernández, 2018).

3.2. Tipo de investigación

Debido a que el tipo de estudio es desarrollar conocimiento, es consistente con la investigación fundamental. Según Hernández y Fernández (2018), la investigación fundamental pretende aumentar el conocimiento y la comprensión del fenómeno

La intervención del investigador se basa en datos observacionales. porque la única opción del investigador es medir las variables especificadas para este estudio; no hay intervención del investigador.

De acuerdo con la planificación de la recogida de informacion:



prospectiva. debido a que los datos se recogen y analizan inmediatamente en un laboratorio.

Según la cantidad de veces que se mide la variable de investigación:

transversal. debido a que las variables serán evaluadas en un instante específico.

3.3. Técnicas e instrumentos de la investigación.

3.3.1. Materiales y equipos.

- Libreta de campo
- Lapiceros
- EPPs
- Envases de plástico con cierre hermético
- Cooler
- Cámara fotográfica
- GPS
- Termómetro

3.3.2. Técnicas

Según Hernández y Fernández (2010), se considera compilacion de datos la creación de una estrategia operativa detallada que le guiará en la recogida de datos para un objetivo determinado..

- Observacional
- Revisión bibliográfica

3.3.3. Instrumentos

Para medir una o más variables, un investigador puede utilizar dispositivos virtuales o físicos para recopilar datos, según Córdova.

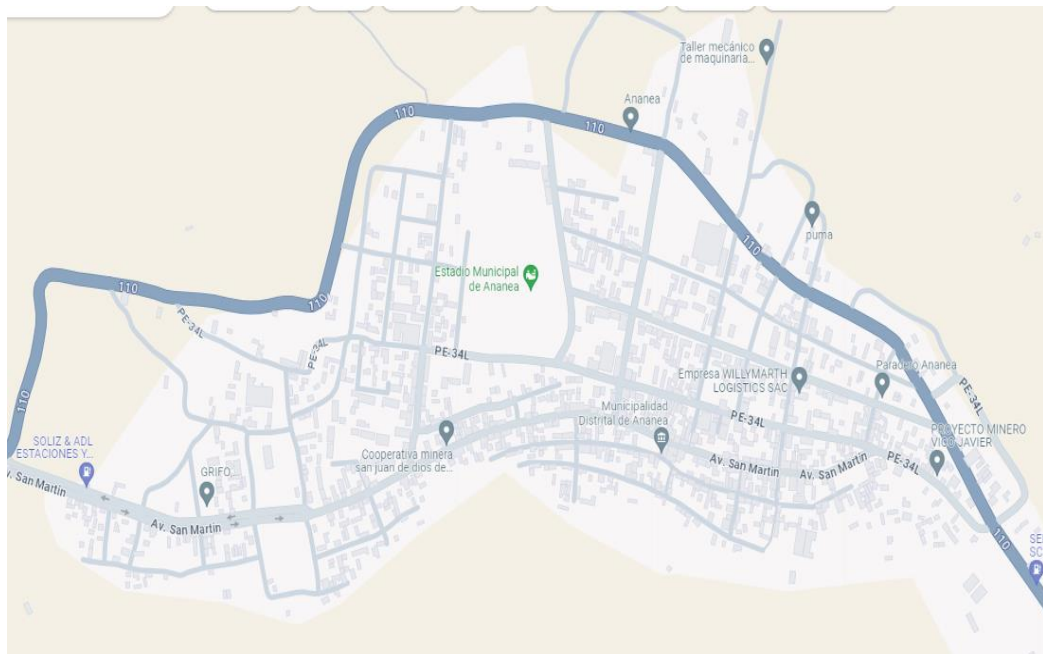
- Fichas de registro de campo
- Cadena de custodia
- Protocolo de monitoreo de agua – (ANA, 2016)

3.4. Lugar de estudio.

El estudio se realizó en la parte baja de la ciudad de Ananea

Figura 13

Mapa del lugar de estudio Ananea



Nota: la investigación se llevó a cabo aguas debajo de la ciudad de Ananea.

Las coordenadas para muestrear son las que se exhiben en la siguiente tabla.

Tabla 2

Puntos de muestreo aguas debajo de la ciudad de Ananea

Código	Coordenadas	
M – 1	N: 8376311	E: 446566
M – 2	N: 8376259	E: 446599
M – 3	N: 8373110	E: 451797
M – 4	N: 8377270	E: 447690
M – 5	N: 8376771	E: 447039
M – 6	N: 8376289	E: 446583
M – 7	N: 8376152	E: 446203
M – 8	N: 8376051	E: 445488

Nota: los puntos que a continuación se muestran son las que están ubicados aguas debajo de la ciudad de Ananea.

Figura 14

Vista panorámica de la ciudad de Ananea



Nota: Al fondo se puede observar la ciudad de Ananea y las muestras a tomar son aguas debajo de dicha ciudad

3.5. Población y muestra.

Población: Se considera como población a todas las aguas abajo de la ciudad de Ananea.

Muestra: Las muestras la constituyen los 500 ml de agua que se tomo en forma aleatoria en función a la accesibilidad de la zona.

3.6. Procedimiento metodológico

3.6.1. Objetivo 1: Determinar la variabilidad de deposición de la concentración de mercurio a diferentes distancias aguas debajo de la ciudad de Ananea

Para poder desarrollar este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

Planificación del Diseño de muestreo: Se ubicaron aleatoriamente y en función a la accesibilidad ocho puntos de monitoreo en el río Ananea, para el muestreo se utilizó envases de plástico de 500 ml, los cuales fueron otorgados por el laboratorio de calidad y cabe mencionar que el muestreo lo realizó el personal técnico del Laboratorio de calidad Ambiental de la EPISA. Cuando se transportaron al laboratorio, los contenedores se cerraron herméticamente, se etiquetaron con la ubicación de la muestra y se protegieron de la luz solar.

Figura 15

Calibración de equipos para la toma de datos insitu



Nota: Personal de laboratorio calibrando los equipos para la toma de datos y verificando la cadena de custodia para la toma de información

Toma de muestras: M -1(N: 8376311 E: 446566): Muestra 1, representa la toma de muestras a 100 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 8:00 am, sobre los 4805 m.s.n.m.

Toma de muestras: M -2(N: 8376259 E: 446599): Muestra 2, representa la toma de muestras a 200 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 8:30 am, sobre los 4803 m.s.n.m.

Toma de muestras: M -3(N: 8373110 E: 451797): Muestra 3, representa la toma de muestras a 300 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 9:00 am, sobre los 4800 m.s.n.m.

Toma de muestras: M -4(N: 8377270 E: 447690): Muestra 4, representa la toma de muestras a 400 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 9:30 am, sobre los 4797 m.s.n.m.

Figura 16

Muestreo de aguas del rio Ananea



Nota: Muestreo del Punto 4 (M-4) que queda a 400 m aguas debajo de la ciudad de Ananea.

Toma de muestras: M -5(N: 8377270 E: 447690): Muestra 5, representa la toma de muestras a 500 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 10:00 am, sobre los 4796 m.s.n.m.

Figura 17

Muestreo de aguas para la toma de datos insitu



Nota: los parámetros insitu que se tomaron fueron temperatura y pH

Toma de muestras: M -6(N: 8376289 E: 446583): Muestra 6, representa la toma de muestras a 600 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 10:30 am, sobre los 4795 m.s.n.m.

Toma de muestras: M -7(N: 8376152 E: 446203): Muestra 7, representa la toma de muestras a 700 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 11:00 am, sobre los 4794 m.s.n.m.

Toma de muestras: M -8(N: 8376311 E: 446566): Muestra 8, representa la toma en la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las

11:30 am, sobre los 4806 m.s.n.m. este punto de muestreo queda en la misma ciudad de Ananea y del grifo de una de los restaurantes.

Figura 18

Toma de muestra del grifo de un restaurante de la ciudad de Ananea



Nota: Muestra de 500 ml de agua para el análisis de mercurio y parámetros insitu

3.6.2. Objetivo 3: Determinar los posibles efectos tendrán de estas aguas en los pobladores de la ciudad de Ananea

Para identificar los posibles efectos de las aguas del rio Ananea estas están en función a los resultados y se realizara en función a la revisión bibliográfica de artículos científicos, libros y otras tesis que tuvieron un enfoque parecido al nuestro.



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1. Concentración

A continuación, se exhiben los resultados en tablas y figuras de la determinación del contenido de mercurio a diferentes distancias aguas abajo de la ciudad de Ananea.

Tabla 3

Variación de la temperatura en los distintos puntos de muestreo

Código	Coordenadas		Temperatura
M – 1	N: 8376311	E: 446566	13.4
M – 2	N: 8376259	E: 446599	13.8
M – 3	N: 8373110	E: 451797	12.5
M – 4	N: 8377270	E: 447690	12.5
M – 5	N: 8376771	E: 447039	12.8
M – 6	N: 8376289	E: 446583	13.1
M – 7	N: 8376152	E: 446203	13.3
M – 8	N: 8376051	E: 445488	12.4

Nota: los datos de temperatura se tomaron insitu en el punto de monitoreo

En la presente tabla se puede apreciar los datos de temperatura que fueron obtenidos durante la toma de muestra y donde podemos observar que se tuvo una temperatura de 12.4 °C y una máxima temperatura de 13.8 °C.

Tabla 4*Variación del pH en los distintos puntos de muestreo*

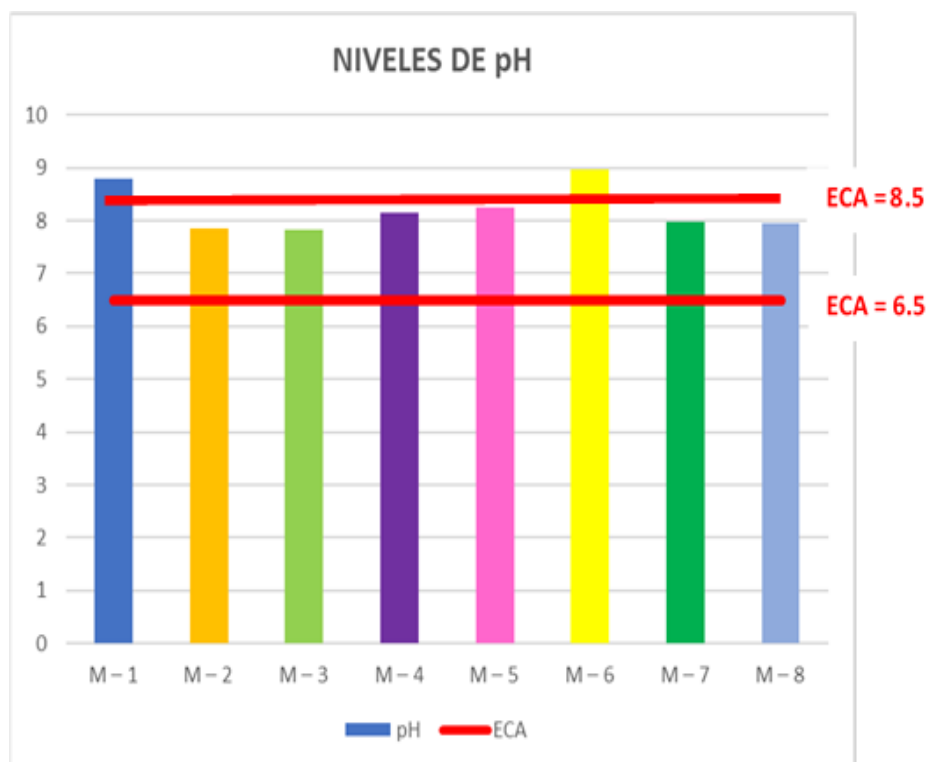
Código	Coordenadas		pH	ECA
M – 1	N: 8376311	E: 446566	8.79	6.5-8.5
M – 2	N: 8376259	E: 446599	7.85	6.5-8.5
M – 3	N: 8373110	E: 451797	7.83	6.5-8.5
M – 4	N: 8377270	E: 447690	8.15	6.5-8.5
M – 5	N: 8376771	E: 447039	8.25	6.5-8.5
M – 6	N: 8376289	E: 446583	8.97	6.5-8.5
M – 7	N: 8376152	E: 446203	7.98	6.5-8.5
M – 8	N: 8376051	E: 445488	7.94	6.5-8.5

Nota: datos de pH que se tomaron en el mismo punto de muestreo.

En la tabla se aprecia que las unidades de pH de cada punto de muestreo se encuentran prácticamente en la zona de alcalino, vemos que los valores de pH están en un valor de 7.83 a 8.97 unidades de pH indicándonos la alcalinidad de dichas aguas.

Figura 19

Unidades de pH en aguas superficiales aguas debajo de la ciudad de Ananea



Nota: En el grafico podemos observar que el punto uno (M-1) las unidades de pH superan lo establecido por la normatividad y de igual manera el punto número seis (M-6), indicándonos que estas aguas no cumplen con lo exigido en el ECA, la alcalinidad de dichas aguas puede deberse al uso de insumos domésticos o también puede ser por la aplicación de cal a las aguas para la amalgamación en la recuperación del oro, a las finales todos los vertimientos de los lavaderos de oro que se exhiben en las icircundancias del rio vierten sus aguas al rio Ananea.

Tabla 5*Variación de las concentraciones de mercurio*

Código	Coordenadas		Mercurio mg/L	ECA A1,A2,A3
M – 1	N: 8376311	E: 446566	0.0043	0.001-0.003
M – 2	N: 8376259	E: 446599	0.0038	0.001-0.003
M – 3	N: 8373110	E: 451797	0.0045	0.001-0.003
M – 4	N: 8377270	E: 447690	0.0037	0.001-0.003
M – 5	N: 8376771	E: 447039	0.004	0.001-0.003
M – 6	N: 8376289	E: 446583	0.0038	0.001-0.003
M – 7	N: 8376152	E: 446203	0.0025	0.001-0.003
M – 8	N: 8376051	E: 445488	0.0023	0.001-0.003

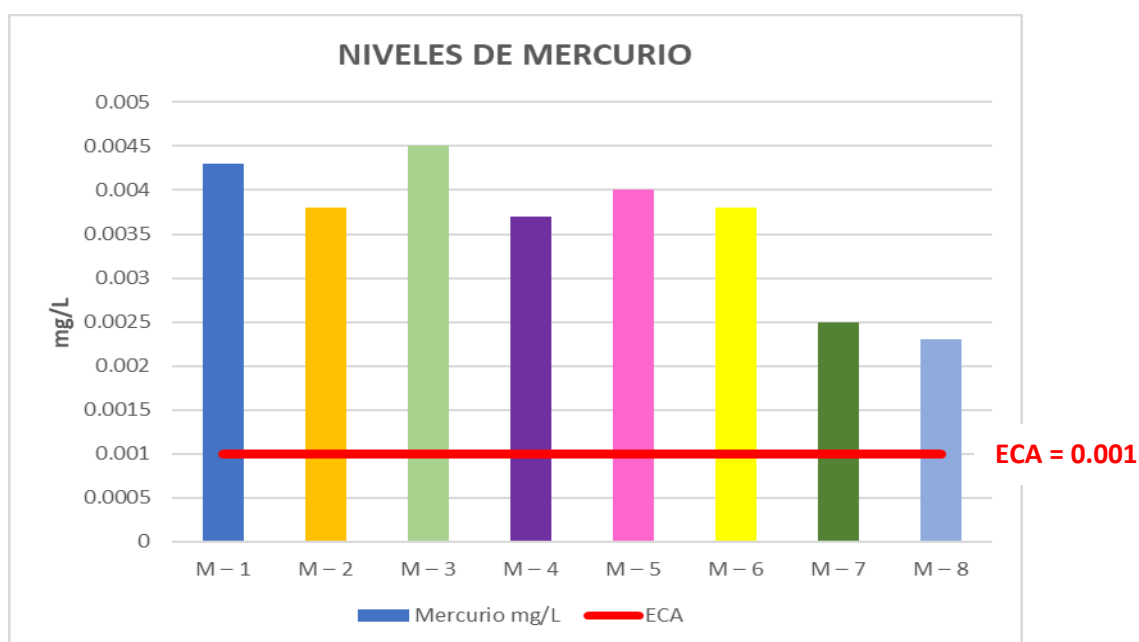
Nota: los reportes de la concentración fueron emitida por el laboratorio de calidad ambiental de la EPISA.

En la tabla se observa que de acuerdo a los estándares de calidad del agua del contenido de mercurio en el agua no debería de sobre pasar los 0.001 mg /l para que estas aguas sean aptas para consumo humano en su categoría A1, para la categoría A2 no deberían de pasar 0.002 mg/L y para la categoría A3 no deberían de pasar los 0.003 mg/L, vemos que todas las muestras no cumplen lo establecido por la normatividad para la categoría A1 y A2, indicándonos que en muchos de los casos los lavaderos de oro están vertiendo sus aguas de relaves mineros al rio Ananea ocasionando la acumulación de este metal pesado en dichas aguas y prácticamente no haciéndolos aptas para el consumo humano. En cambio, para la categoría A3 en los puntos M-7 y M-8 dichas aguas tienen que ser tratados para su potabilización con tratamiento avanzado para su potabilización, como la osmosis inversa, filtros de carbón activados entre otros.

En cuanto a la categoría 2 del ECA de agua que se refiere a la extracción, cultivo y otras actividades marina las categorías van de C1, C2, C3 y C4 estando en un rango de 0.00094 – 0.00077 mg/L, las aguas muestreadas en su totalidad sobrepasan lo indicado por el D.S:004-2017 MINAM.

Figura 20

Comparación de los niveles concentración de mercurio con C3



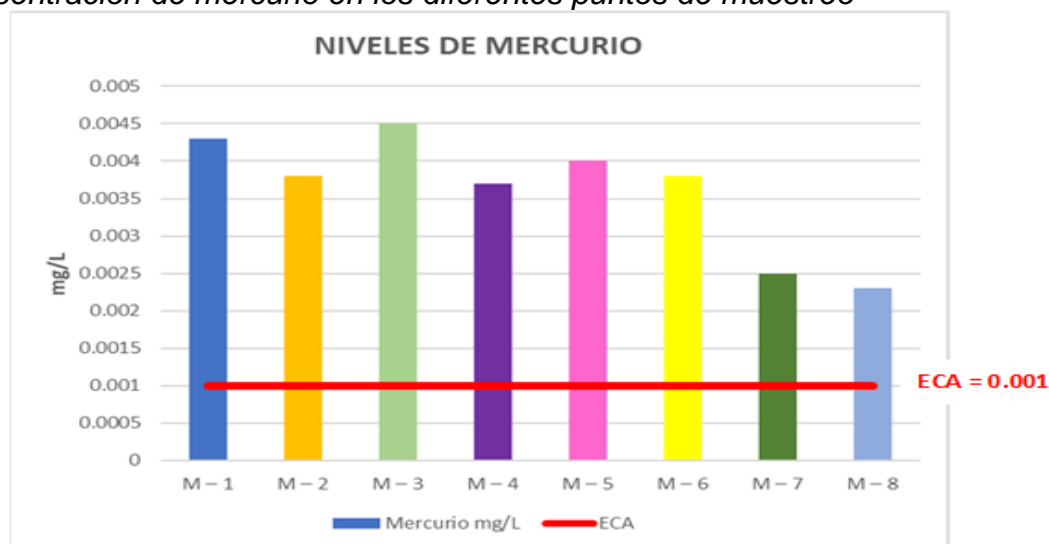
Nota. Según los ECA agua en su categoría 3 sub categoría riego de vegetales.

Para la categoría 3 sobre el riego de vegetales y bebida de animales, en cuanto al riego de vegetales los ECAs indican que las concentraciones no deberían de pasar los 0.001 mg/L, las concentraciones que en esta investigación determinamos, en todos los casos sobrepasan dicha normatividad indicando que estas aguas no son aptas para el riego de vegetales. En cuanto a la sub categoría bebida de animales los ECAs nos indican que las concentraciones de agua no deben de pasar los 0.01 mg/L para ser aptas para la bebida de animales, en todos los puntos de muestreo se determino que todas las concentraciones de

mercurio halladas en este trabajo de investigación no sobrepasan dichos valores, por consiguiente, si son aptas estas aguas para la bebida de los animales.

Figura 21

Concentración de mercurio en los diferentes puntos de muestreo



Nota. las concentraciones de mercurio por cada punto de muestreo los detallamos a continuación.

Concentración de mercurio: M -1(N: 8376311 E: 446566): Muestra 1, representa la toma de muestras a 100 m aguas abajo de la ciudad de Ananea en el río Ananea, muestra que fue tomada a las 8:00 am, sobre los 4805 m.s.n.m. y cuya concentración de mercurio en dichas aguas es de 0.0043 mg/L indicándonos que dichas aguas superan lo establecido por el, ECA.

Concentración de mercurio: M -2(N: 8376259 E: 446599): Muestra 2, representa la toma de muestras a 200 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 8:30 am, sobre los 4803 m.s.n.m. y cuya concentración de mercurio en dichas aguas es de 0.0038 mg/L indicándonos que dichas aguas superan lo establecido por el, ECA

Concentración de mercurio: M -3(N: 8373110 E: 451797): Muestra 3, representa la toma de muestras a 300 m aguas debajo de la ciudad de Ananea

del río Ananea, muestra que fue tomada a las 9:00 am, sobre los 4800 m.s.n.m. y cuya concentración de mercurio en dichas aguas es de 0.0045 mg/L indicándonos que dichas aguas superan lo establecido por el, ECA

Concentración de mercurio: M -4(N: 8377270 E: 447690): Muestra 4, representa la toma de muestras a 400 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 9:30 am, sobre los 4797 m.s.n.m. y cuya concentración de mercurio en dichas aguas es de 0.0037 mg/L indicándonos que dichas aguas superan lo establecido por el, ECA

Concentración de mercurio: M -5(N: 8377270 E: 447690): Muestra 5, representa la toma de muestras a 500 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 10:00 am, sobre los 4796 m.s.n.m. y cuya concentración de mercurio en dichas aguas es de 0.0040 mg/L indicándonos que dichas aguas superan lo establecido por el, ECA

Concentración de mercurio: M -6(N: 8376289 E: 446583): Muestra 6, representa la toma de muestras a 600 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 10:30 am, sobre los 4795 m.s.n.m. y cuya concentración de mercurio en dichas aguas es de 0.0038 mg/L indicándonos que dichas aguas superan lo establecido por el, ECA

Concentración de mercurio: M -7(N: 8376152 E: 446203): Muestra 7, representa la toma de muestras a 700 m aguas debajo de la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue tomada a las 11:00 am, sobre los 4794 m.s.n.m. y cuya concentración de mercurio en dichas aguas es de 0.0025 mg/L indicándonos que dichas aguas superan lo establecido por el, ECA

Concentración de mercurio: M -8(N: 8376311 E: 446566): Muestra 8, representa la toma en la ciudad de Ananea del río Ananea, muestra que fue

tomada a las 11:30 am, sobre los 4806 m.s.n.m. este punto de muestreo queda en la misma ciudad de Ananea y del grifo de una de los restaurantes y cuya concentración de mercurio en dichas aguas es de 0.0023 mg/L indicándonos que dichas aguas superan lo establecido por el ECA.

Los resultados para la determinación de los posibles efectos que tendrán si estas aguas serian consumidas tanto por los seres humanos como bebida de los animales los posibles efectos que estas podrían causar serán las siguientes:

A diferencia de otros metales, el mercurio no se encuentra de forma natural en los seres vivos ni cumple ninguna función fisiológica en todos. Tras la amalgamación, el mercurio se quema en el fuego para extraer el oro. Los humos se liberan a la atmósfera, donde se oxidan en pocos días si hay una humedad relativa elevada y vuelven a la tierra en forma de Hg^{2+} con la lluvia. Parte del mercurio metálico también se pierde durante el proceso de amalgamación; tanto éste como el mercurio evaporado acaban en los ríos, contaminando el agua y las plantas y criaturas acuáticas relacionadas. No obstante existen métodos para rescatar el mercurio gaseoso, apenas se aplican en la minería artesanal del oro.

En base a las actividades y a la zona de estudio podemos indicar que los mercurios que se encuentran en Ananea son:

- a. El mercurio metálico o inorgánico (Hg) está presente de forma natural en el suelo, pero el vertido de residuos en el mismo aumenta enormemente sus concentraciones. Además, el mercurio que se evapora durante la combustión de las amalgamas de oro entra en la atmósfera y se precipita en ella en forma de minúsculas gotitas que pueden alcanzar un diámetro de 1,5 kilómetros. (INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA AMAZONIA

PERUANA) y asu vez las personas que estan a cargo de esta actividad donde el sistema digestivo empapa entre el 2% a 7% del mercurio gaseoso es ingerido, contaminando el suelo el agua, plantas, animales, personas y cosas. También mencionar que el mercurio es absorbido por la piel al manipular sin ningún cuidado y protección el mercurio y las bolas de amalgamación con la mano, el mercurio atraviesa la piel y se acumula en los tejidos.

- b. Mercurio orgánico, también conocido como metilmercurio (MeHg): en esta situación, las bacterias y otros microbios convierten el mercurio metálico del fondo del agua y de los lugares pantanosos en metilmercurio. El metilmercurio es consumido por los detritívoros (peces) y otros animales diminutos (caracoles, cangrejos, gusanos, etc.) que se alimentan del fango, acumulando metilmercurio en sus tejidos en su vida (bioacumulación). El mercurio se acumula en los músculos y tejidos de peces, aves, reptiles, mamíferos y seres humanos a través de la cadena alimentaria. Cuando estas especies son consumidas por otros depredadores, éstos ingieren aún más mercurio (proceso conocido como biomagnificación) hablamos de una absorción de un 95% de mercurio de los cuales el intestino delgado absorbe el 100% de mercurio.

Riesgos del mercurio para la salud de las personas

Asi tambien otros metales pesados, el mercurio tiene efectos extremadamente nocivos en el cuerpo humano por encima de unas concentraciones umbral. Sin embargo, estos efectos no siempre se manifiestan de inmediato, sino que pueden tardar años en aparecer tras la intoxicación. La intoxicación por jh, también acreditada como «azogue» o «ilimpi» en quechua,



ha sido reconocida como causante de daños desde la época romana. El mercurio también se utilizó en las minas durante la época colonial en Perú, y el término «azogue» se sigue utilizando hoy en día. Debido al envenenamiento por mercurio y a las difíciles circunstancias de trabajo a una altitud de más de 4.000 msnm, podemos afirmar que:

El monometilmercurio, también conocido como metilmercurio, es una sustancia tóxica difícil de eliminar. Se acumula en varios órganos, como el hígado, el corazón, los pulmones y el cerebro, y puede tener graves efectos negativos para la salud que son difíciles de identificar y mucho más difíciles de curar. También provoca malformaciones congénitas abortos, y afecta al desarrollo de los niños. Los daños al sistema nervioso perjudican a los niños que en los adultos, y los embriones y fetos son especialmente susceptibles. Especialmente graves son los daños irreversibles en el cerebro, el sistema nervioso central y el cerebelo causados por la destrucción de células neuronales; Los bebés nacidos de mujeres en situaciones extremas de contaminación padecen parálisis cerebral importante (INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA AMAZONIA PERUANA). La acrodinia, también conocida como «enfermedad rosa», es una afección en la que los niños expuestos a vapores mercúricos experimentan calambres extremos en las piernas, irritabilidad, dedos rosados dolorosos y, ocasionalmente, exfoliación de manos y pies. La tasa de intoxicación en niños es significativamente mayor que en adultos (CENSOPAS, 2010).

El metilmercurio es extremadamente peligroso para los animales vertebrados porque, incluso en cantidades muy bajas, daña el sistema nervioso.



4.3. Discusiones

Vilca Quispe en el año 2022 empleó cinco lugares de monitoreo y una técnica de comparación en el D.S:004-2017 MINAM. Con un valor medio de mercurio de 0,0003 mg/L, los resultados exhiben que los niveles derivados se presentan dentro de los límites máximos permisibles en el ECA para aguas de categoría 3 para bebida animal y riego vegetal. Se concluye, por tanto, que en la actualidad no vive contaminación apreciable en la calidad de las aguas superficiales de la unidad hidrográfica del río Lampa. De ello se deduce que estos líquidos son ideales para el riego de hortalizas y el consumo animal. En cambio, en nuestra investigación empleamos el D.S:004-2017 MINAM para determinar las concentraciones de mercurio aguas abajo de la ciudad de Ananea en 8 puntos de monitoreo. Al igual que Vilca, llegamos a la conclusión de que estas aguas no son aptas para el consumo humano, y que entran en la categoría 3, lo que significa que son aptas para bebida animal pero no para riego vegetal.

Loza y Ccancapa en el 2020, mediante el cual evaluaron los niveles de mercurio en los sedimentos y el agua superficial del arroyo Lunar de Oro, cerca de la cabecera nevada de Ananea. Para ello tomaron cuatro muestras en diciembre de 2014, enero de 2015 y marzo de 2015. Los niveles de mercurio en el agua eran comparables en los cuatro lugares de muestreo. En sus conclusiones señalan que la calidad del agua del arroyo Lunar de Oro era extremadamente mala, lo que es indicativo de un ecosistema lótico totalmente destruido. No son aptas para ningún tipo de uso en general debido a su estado excesivamente ácido y a las bajas cantidades de oxígeno disuelto. el importante peligro ecotoxicológico que este arroyo supone para la salud de las personas y



los animales en general. Según nuestras investigaciones, las aguas del río Ananea entran en las categorías C1 y C2, lo que significa que no son aptas para la alimentación humana. En cuanto a la categoría C3, no son aptas para el riego de hortalizas, pero sí para el uso animal.



CONCLUSIONES

1. Se concluye que en la Determinación de la variabilidad de deposición de la concentración de mercurio a diferentes distancias aguas abajo de la ciudad de Ananea las concentraciones de mercurio son casi similares variando en un rango de 0.0025 mg/L a 0.0045 mg/L
2. Se concluye que en la determinación de los posibles efectos que tendrán de estas aguas en los pobladores de la ciudad de Ananea y en base a los resultados obtenidos y a la revisión bibliográfica de tesis y artículos concluimos que: los tipos de mercurio que se encuentran son Mercurio inorgánico o metálico y el mercurio orgánico y los efectos que pueden causar serian: Los vapores mercúricos causan daños irreversibles en el cerebro, el sistema nervioso central y el cerebelo. Estos daños incluyen la destrucción de células neuronales, malformaciones congénitas abortos, y efectos sobre el desarrollo psicológico y físico de los bebés con parálisis cerebral grave. La acrodinia, también conocida como «enfermedad rosa», es una afección que provoca la exfoliación de manos y pies y se caracteriza por fuertes calambres en las piernas, irritabilidad y dolor en los dedos de color rosa.
3. Como conclusión general podemos indicar que: las concentraciones de mercurio aguas debajo de la ciudad de Ananea son muy altas y si existe la variabilidad debido a que en zonas cercanas a la ciudad la concentración es mayor y a medida que nos alejamos de la ciudad dichas concentraciones bajan poco a poco, los efectos que posiblemente estarían causando a la población son extremadamente graves en el sentido de la salud.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los futuros investigadores asociados a este tema de estudio que puedan realizar una caracterización del mercurio aguas arriba de la ciudad de Ananea para poder relacionar dichas concentraciones con la movilidad del mercurio.
2. A futuros tesisistas se les recomienda tener en cuenta otros parámetros para ver si tienen relación con las concentraciones de mercurio en el agua.
3. A futuros tesisistas recomendarles poder realizar una caracterización del agua en las piletas de la ciudad de Ananea para ver si hay una relación con las concentraciones de mercurio en el río

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos . (13 de Marzo de 2024).

EPA. <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-el-mercurio>

America Verde. (30 de Julio de 2010).

<https://www.americaverde.org/contaminacion-por-mercurio/>

ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.* Gráfica Industrial Alarcon S.R.L.

Apaza, Y. A. (2022). *Sistema combinado de filtro rotativo y biofiltro empacado de hydrocotyle vulgaris para el tratamiento de aguas residuales, Cabanillas, Puno - 2022.* Repositorio Universidad César Vallejo.

<https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12692/106372>

Argentina.gob.ar. (s.f.). <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/control/productos-quimicos/mercurio>

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Glosario de términos sobre recursos hídricos.* <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-180-2016-ana-0>

Aveiga Ortiz, A., Noles, P., Loureiro, J., Peñarrieta, F., Banchón, C., & Alcántara, F. (2019). Variaciones de los niveles de mercurio y zinc en agua y sedimentos de la subcuenca del río Carrizal, Manabí. *REVISTA RIEMAT*, 4(1).

Bayona, D. (2016). *Evaluación de la capacidad remediadora de la especie Eichhornia Crassipes del rio Chira para el tratamiento de aguas servidas*



en la planta de tratamiento de aguas residuales El Indio. Repositorio Universidad Alas Peruanas.
<https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12990/1925>

Bordino, J. (8 de Julio de 2024). *Ecología verde.* <https://www.ecologiaverde.com/cuencas-hidrograficas-que-son-tipos-e-importancia-3334.html>

Carhua, A., & Huancas, W. (2020). *Revisión y análisis de la Eficiencia de Jacinto de agua (Eichhornia crassipes) y Papiro (Cyperus papyrus) en aguas residuales domésticas.* Repositorio Universidad Peruna Unión.
<https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12840/3290>

Chambi Huayta, V. (2019). *Determinación de mercurio y cadmio en sedimentos de la laguna Umayo en el distrito de Atuncolla Puno – 2018.* Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.

Chapman, D. (1996). *Water quality assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring.*

Ciencias de la tierra y Medioambientales 2° Bachillerato. (s.f.).
https://eeda.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/99db15bd-1923-4f7c-89d1-a71802b0b142/1/es-an_2010092913_9102809.zip/ODE-d82dd4c2-e1b6-3fcc-895f-ffcd64d2b9e/1_hidrosfera_origen_y_distribucion.html?temp.hn=true&temp.hb=true

Clara, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección*



a1escala domiciliaria, en la micro cuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras.

Cotrina Sánchez, Y., & Arrascue Barragan, C. (2021). *Determinación de los niveles de mercurio, cadmio, aluminio y plomo en las aguas de riego del Fundo Santa Rosa – 2019.* Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote - Perú.

Courtade, L. (31 de Enero de 2023). *Zeomedia.* <https://zeomediafilter.com/es/metales-pesados-y-el-agua/>

Custodio, E., & Díaz, E. (2001). *Calidad del agua subterránea en hidrología subterránea.* Barcelona - España.

Díaz de Santos. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.* Madrid - España.

Enciclopedia Humanidades. (s.f.). <https://humanidades.com/fisicas-del-agua/>

EscasezdeAgua.com. (28 de Setiembre de 2022). <https://escasezdeagua.com/caracteristicas-del-agua/>

Faro de Vigo. (17 de Marzo de 2022). <https://www.farodevigo.es/dia-mundial-del-agua/2017/03/22/medir-reducir-presencia-metales-pesados-14806000.html>

Figueroa Cedeño, L., & Lino Muñiz, N. (2024). *Análisis de presencia de metales pesados en el río Ayampe.* Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa - Manabí - Ecuador.

FuncAGUA. (s.f.). <https://funcagua.org.gt/que-es-el-agua/>



Gonzales, T. (2011). *Monitoreo de la calidad del agua: El pH*. Cali - Colombia.

GreenFacts. (s.f.). *Recursos hídricos*.

Gutierrez Soto, M. (2023). *Evaluación de metales pesados en el agua para el desarrollo de la piscicultura en el distrito de Chicla – Huarochirí 2022*. Universidad Nacional San Luis Gonzada, Ica - Perú.

Hernández, R., & Fernández, C. (2018). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.

iagua. (04 de Setiembre de 2018). <https://www.iagua.es/noticias/imta/importancia-agua-planeta-y-como-cuidarla>

Lenntech. (2004). *Polución Del Aire*. e <http://www.lenntech.com/español/FAQ-polucion-del-aire.htm>

Liuba, K. (s.f.). <https://www.pinterest.com/pin/37154765662762219/>

Loza del Carpio, A., & Ccancapa Salcedo, Y. (2020). Mercurio en un arroyo altoandino con alto impacto por minería aurífera artesanal (La Rinconada, Puno, Perú). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 36(1), 33 - 44.

Márquez, A., García, O., Senior, W., & Martínez, G. (2012). *Matales pesados en sedimento superficial del río Orinoco - Venezuela*. Instituto Oceanográfico de Venezuela.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (s.f.). <https://www.midagri.gob.pe/portal/41-sector-agrario/recursos-naturales/315-recurso-agua>



Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.).

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/mercurio.html>

Nieto Ampuero, S. (2022). *Impacto de la actividad minero artesanal en la calidad del agua del río Abujao, Cuenca del Abujao - Masisea, región Ucayali 2010.* Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa - Perú.

ONU-DAES. (2014). *Calidad del agua.* Departamento de asuntos económicos y sociales de naciones unidas.

Organización Panamericana de Salud. (6 de Setiembre de 2023). OPS. <https://www.paho.org/es/noticias/6-9-2023-ops-ratifica-que-mercurio-es-elemento-toxico-que-puede-causar-danos-al-organismo>

Pari Huaquisto, D. (2017). *Efecto de los relaves mineros en la calidad del agua del río Ananea - Puno.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú.

Pérez Porto, J., & Merino, M. (09 de Setiembre de 2021). *definicion.DE.* <https://definicion.de/recursos-hidricos/>

Proyecto GAMA. (s.f.). <https://www.gama-peru.org/libromedmin/capitulo/5/5-2-1.htm>

Proyecto GAMA. (s.f.). <https://www.gama-peru.org/libromedmin/capitulo/5/5-2-7.htm>

Salas Hermosilla, X. (2021). *Evaluación de la concentración de mercurio y cobre en aguas superficiales y sedimentos del río Zuramayo tramo Ajoyani –*



provincia de Carabaya 2021. Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", Juliaca - Perú.

Sotil, H. (2017). *Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (coliformes totales y termotolerantes) en el lago de Moronacocha*. Repositorio Universidad Científica del Perú. <https://doi.org/http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-Trabajo-An%C3%A1lisis.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=%2DCaracter%C3%ADsticas%3A%20Los%20coliformes%20termotolerantes%20son,grado%20klebsiella%2C%20Enterobacter%20y%20Citrobacter.>

Universidad Privada del Norte. (27 de Julio de 2022). <https://blogs.upn.edu.pe/estudios-generales/2022/07/27/que-son-los-recursos-hidricos/>

Vasquez Huaman, J. (2022). *Contaminación por metales pesados en la microcuenca urbana del río Ichu en la ciudad de Huancavelica, 2022*. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica - Perú.

Verano Cuadros, P. (28 de Enero de 2022). *RPP*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/reportaje-especial-el-agua-que-contaminamos-noticia-1383666>

Vilca Quispe, C. (2022). *Determinación de los niveles de mercurio y plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa y su relación con el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (eca) para el periodo 2021*. Universidad Privada San Carlos, Puno - Perú.

Wikipedia. (s.f.). https://es.wikipedia.org/wiki/Mercurio_%28elemento%29



Wikipedia. (26 de Abril de 2024). https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Definiciones_usuales_en_hidrolog%C3%ADa

Zambrano Guerrero, L. (2024). *Concentración de metales pesados en la microcuenca del río Jipijapa*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa – Manabí – Ecuador.

Zarza, L. (s.f.). *iagua*. <https://www.iagua.es/respuestas/cuantos-tipos-agua-hay>

zschimmer & schwarz España. (05 de Enero de 2022). <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/noticias-que-es-el-mercurio-curiosidades-sorprendentes/>



ANEXOS



ANEXO 1.

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
GENERAL: ¿Cuáles serán las concentraciones del mercurio y que efectos tendrán en la calidad del recurso hídrico aguas abajo de la ciudad de Ananea 2024?	GENERAL: Determinar las concentraciones del mercurio y los efectos que tendrán en la calidad del recurso hídrico aguas abajo de la ciudad de Ananea 2024.	Nuestro estudio se centra sobre todo en ofrecer explicaciones, La concentración de mercurio si tienen efectos negativos debido a sus altas concentraciones aguas debajo de la ciudad de Ananea.	Variable de caracterización Concentración de mercurio en agua.	de - Parámetros fisicoquímicos e inórganicos	• Temperatura • PH • Mercurio	• °C • und. pH • mg/L • mg/L
ESPECIFICO: - ¿Cuál es la variabilidad de deposición de la concentración de mercurio a diferentes distancias aguas debajo de la ciudad de Ananea? - ¿Qué posibles efectos tendrán estas aguas en la salud de los pobladores de la ciudad de Ananea?	ESPECIFICO: - Determinar la variabilidad de deposición de la concentración de mercurio a diferentes distancias aguas debajo de la ciudad de Ananea. - Determinar los posibles efectos que tendrán de estas aguas en los pobladores de la ciudad de Ananea.		Variable de interés Posibles Efectos sobre la salud.	- Posibles efectos a la salud	- Diferentes enfermedades	



ANEXO 2.

Resultados del análisis en laboratorio



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

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA049 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Ubaldo Harold Mamani Machaca
 1.2. **Proyecto** : EFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas
 2.2. **Numero de muestras** : 08
 2.3. **Muestreado por** : Ubaldo Harold Mamani Machaca
 2.4. **Fecha de ensayo** : 27/06/2024
 2.5. **Departamento** : Puno
 2.6. **Provincia** : San Antonio de Putina
 2.7. **Distrito** : Ananea
 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
M - 1	N: 8376311 E: 446566	25/06/2024	8:00
M - 2	N: 8376259 E: 446599	25/06/2024	8:30
M - 3	N: 8373110 E: 451797	25/06/2024	9:00
M - 4	N: 8377270 E: 447690	25/06/2024	9:30
M - 5	N: 8376771 E: 447039	25/06/2024	10:00
M - 6	N: 8376289 E: 446583	25/06/2024	10:30
M - 7	N: 8376152 E: 446203	25/06/2024	11:00
M - 8	N: 8376051 E: 445488	25/06/2024	11:30



N°B.E.: 002855803

1

III. RESULTADOS

Código	Temperatura °C	pH	Mercurio mg/L
M-1	13.4	8.79	0.0043
M-2	13.8	7.85	0.0038
M-3	12.5	7.83	0.0045
M-4	12.5	8.15	0.0037
M-5	12.8	8.25	0.0040
M-6	13.1	8.97	0.0038
M-7	13.3	7.98	0.0025
M-8	12.4	7.94	0.0023

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, 02 de julio del 2024

UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ



Ing. Wilthon Quispe Huanca
CIP. 47790
LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

N°B.E.: 002855803

2



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 18/10/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: UBALDO HAROLD MAMANI MACHACA

Dirección: COM. CHACAMARCA - SAMAN - AZANGARO

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76864561

Teléfono: 953344595 email: haroldmmamani@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANTARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EFECTOS DEL MERCURIO EN LA CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO
AGUAS DEBAJO DE LA CIUDAD DE ANANEA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONCENTRACIÓN, AGUA, MERCURIO

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CAUDAD AMBIENTAL- P22

Firma de Autor



huella digital

18/10/2024

Fecha