



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS
CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA
LLALLIMAYO - 2022**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO

**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

**CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS
CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA
LLALLIMAYO - 2022**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

PRIMER MIEMBRO : 
M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

SEGUNDO MIEMBRO : 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS : 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 457-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 26 de setiembre de 2024

VISTOS:

El OFICIO N° 084-2024-D/EPISA/FICP-UANCV del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°456-2024 de fecha 25 de agosto de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022**; y el trámite solicitado por el Bachiller en Ingeniería Sanitaria y Ambiental y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Dr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **Asesor** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 27 de setiembre de 2024
- * **HORA** : 16:00
- * **LUGAR** : Aula 306 - pabellón de hidráulica

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional

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

D. MALTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

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

Dr. EFRAIN PARILKO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 456-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de setiembre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 159-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias, **INFORME N° 024-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1709-2022-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **30 de diciembre de 2022** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **09 de setiembre de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, con el tema titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **2do Miembro** : **Dr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 669-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO**, para optar el Título Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, con el Tema Titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

C.c.
archivo 2024
interesado (s)



PRESOLUCIÓN DECANAL N° 279- 2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de junio de 2024

VISTOS.-

El OFICIO N° 058-2024-D/EPISA/FICP-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y el proveído del director de la unidad de investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de la sub comisión de evaluación del **Proyecto de Investigación, del (la) Bachiller: ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el tema titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022, y;**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO**; ha solicitado cambio del **Primer y Segundo Miembro** de la terna de la sub comisión de evaluación del **Proyecto de Investigación** titulada: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022** aprobado por la **RESOLUCIÓN DECANAL N°1709-2022-D-FICP-UANCV** de fecha 30 de diciembre 2022; conformado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
- ❖ **1er. Miembro** : Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS
- ❖ **2do. Miembro** : Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI

Que, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** ha tomado conocimiento que: el **Primer Miembro** no tiene vínculo laboral y **Segundo Miembro** es docente a tiempo parcial en la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la sub comisión de evaluación del **Proyecto de Investigación**, conforme lo establece el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y.

Estando, al proveído de la Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el oficio del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, mediante el cual informa la designación de (los) nuevo (s) Miembro (s) de la sub comisión de evaluación del proyecto de investigación; el (los) mismo que deberá actuar según el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **REESTRUCTURACIÓN** de la terna de la sub comisión de evaluación del **Proyecto de Investigación** presentado por el bachiller: **ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO**, titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022**, para optar el título profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, quedando la conformación de los jurados de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- ❖ **1er. Miembro** : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
- ❖ **2do. Miembro** : Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - Reconocer como **ASESOR DE TESIS** al (de la) docente **ordinario**, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al (a la)

ARTICULO CUARTO. - La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
D. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47/90



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN
CIP. 47/90

cc. archivo 2024 interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1709-2022-D-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de diciembre de 2022

VISTOS:

El **INFORME N° 813-2022-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 082-2022-UANCV-FICP-EPISA-UI-CI** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 038-2022-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **28 de diciembre de 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el tema titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**; y.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- * **1er Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**
- * **2do Miembro** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022**, correspondiente a la línea de investigación: **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**; y.

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

cc.
archivo 2022
interesado (a)
/nyq.



CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante | 6% |
| 2 | repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 3 | repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | publicaciones.unpa.edu.ar Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 8 | repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet | <1% |



Metadatos complementarios

| Título de la Tesis | |
|--|---|
| CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022 | |
| Datos de autor | |
| Nombres y apellidos | ROYER ARNOLD PANCCA PARILLO |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 61958732 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0009-0008-7571-4418 |
| Datos de asesor | |
| Nombres y apellidos | LEONEL SUASACA PELINCO |
| Tipo de documento de identidad | DNI |
| Número de documento de identidad | 40865558 |
| URL de ORCID | https://orcid.org/0000-0001-6657-665X |
| Datos del jurado | |
| Presidente del jurado | |
| Nombres y apellidos | FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 02442876 |
| Miembro del jurado 1 | |
| Nombres y apellidos | JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 01323821 |
| Miembro del jurado 2 | |
| Nombres y apellidos | ARNALDO YANA TORRES |
| Tipo de documento | DNI |
| Número de documento de identidad | 41414676 |



| 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: Melgar Distrito: Ayaviri Cuenca Llallimayo Coordenadas: Latitud: -14.88951 Longitud: -70.60972 URL Maps: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1ixfuBAJGmvMQwqU9tYP-wXmo9NQLB8g&usp=sharing</p>  |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | Diciembre 2022 – Setiembre 2024 |
| URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería | Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08 |

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS
DIRECTOR
Dr. Efraim Barillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ROYER ARNOLD PANCCO PARILLO.....identificado con DNI Nro. 61958732
en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA
PROVENIENTE DE LA CUENCA LLAUMAYO - 2022

Asesorado por: DR. LEONEL SUASOCA PEUNCO

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.

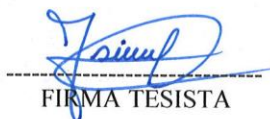
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

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 10 de octubre del 2024


FIRMA ASESOR


FIRMA TESISTA



Huella



DEDICATORIA

Dedico profundamente a mis papas, Nancy y Fredy, por su amor, ayuda incondicional y por ser mi inspiración constante. Sin su sacrificio y motivación, este logro no habría sido posible.



AGRADECIMIENTO

Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento A los docentes de la EPISA de la UANCV y sobre todo a mi Asesor Dr. Leonel Suasaca Pelinco, por orientarme y apoyarme en la elaboración del presente estudio.



ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA..... | i |
| AGRADECIMIENTO..... | ii |
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | iii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRACT..... | x |
| INTRODUCCIÓN..... | xi |
| 1. CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 1 |
| 1.1. Exposición de la situación problemática..... | 1 |
| 1.2. Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.2.1. Interrogante General..... | 3 |
| 1.2.2. Interrogantes específicos..... | 3 |
| 1.3. Justificación de la investigación..... | 3 |
| 1.3.1. Justificación Técnica..... | 4 |
| 1.3.2. Justificación Económica..... | 5 |
| 1.3.3. Justificación Social..... | 6 |
| 1.3.4. Justificación Ambiental..... | 8 |
| 1.4. Objetivos de la investigación..... | 8 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 8 |
| 1.4.2. Objetivos específicos..... | 8 |
| 1.5. Hipótesis..... | 9 |



| | | |
|---------|--|----|
| 1.5.1. | Hipótesis general | 9 |
| 1.5.2. | Hipótesis específicas | 9 |
| 1.6. | Variables e indicadores | 9 |
| 1.7. | Operacionalización de las variables | 9 |
| 1.8. | Antecedentes de la investigación | 10 |
| 1.8.1. | Antecedentes de nivel Internacional..... | 10 |
| 1.8.2. | Antecedentes de nivel Nacional | 11 |
| 1.8.3. | Antecedentes de nivel local o Regional..... | 16 |
| 1.9. | Marco teórico | 20 |
| 1.9.1. | El agua..... | 20 |
| 1.9.2. | Cuenca hidrográfica | 20 |
| 1.9.3. | El suelo | 22 |
| 1.9.4. | Sistema de riego | 24 |
| 1.9.5. | Fondo geoquímico local | 25 |
| 1.9.6. | Contaminación del suelo por metales pesados | 26 |
| 1.9.7. | Contaminación de río por metales..... | 28 |
| 1.9.8. | Metales pesados | 29 |
| 1.9.9. | consecuencias del uso de agua con presencia de plomo y metales pesados para riego | 29 |
| 1.9.10. | Consecuencias del consumo de cultivos regados con agua con presencia de plomo de toda especie de granos, legumbres, frutas | 30 |
| 1.9.11. | Métodos de Detección de Metales Pesados..... | 31 |
| 1.9.12. | Impactos de la contaminación: | 31 |
| 1.9.13. | El plomo | 32 |



| | | |
|---------|--|--------------------------------------|
| 1.9.14. | Historia del plomo..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.9.15. | Obtención de plomo | 33 |
| 1.9.16. | Pasivo minero ambiental | 34 |
| 1.9.17. | Tipo de Pasivos Ambientales Mineros | 34 |
| 1.9.18. | Drenaje Acido | 35 |
| 1.9.19. | Interacción Químico – Físico del plomo en agua y sedimento. | 35 |
| 1.9.20. | Propiedades físicas y químicas del plomo | 37 |
| 1.9.21. | Transporte, distribución y transformación del plomo en el medio ambiente. | 40 |
| 1.9.22. | Efectos del plomo | 41 |
| 1.9.23. | Plomo en el agua..... | 42 |
| 1.9.24. | Origen de metales en el ambiente acuático..... | 42 |
| 1.10. | Marco conceptual | 43 |
| 2. | CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 45 |
| 2.1. | Tipo de investigación..... | 45 |
| 2.2. | Metodología de la investigación | 45 |
| 2.2.1. | Método de investigación | 45 |
| 2.3. | Población y muestra..... | 46 |
| 2.3.1. | Población | 46 |
| 2.3.2. | Muestra | 46 |
| 2.4. | Técnicas e instrumentos de la investigación | 46 |
| 2.4.1. | Prueba de absorción atómica..... | 46 |
| 2.4.2. | Muestreo de suelos..... | 49 |
| 2.4.3. | Rotulado de muestras de suelos..... | 50 |



| | |
|--|----|
| 3. CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 52 |
| 3.1. RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PB EN SUELO | 52 |
| 3.2. RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PB EN AGUA | 55 |
| 3.3. Resultados de conductividad eléctrica | 57 |
| 3.3.1. Análisis de resultado | 58 |
| 3.4. RESULTADO DE Ph DE AGUA | 59 |
| 3.4.1. Análisis de resultado | 61 |
| 3.5. RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN AGUA | 62 |
| 3.5.1. Análisis de resultado de concentración de plomo en agua | 64 |
| CONCLUSIONES | 68 |
| RECOMENDACIONES | 69 |
| Referencias Bibliográficas | 70 |
| ANEXOS | 72 |
| ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA | 72 |
| ANEXO 02 PANEL FOTOGRÁFICO | 73 |
| ANEXO 03 ENSAYOS DE LABORATORIO | 79 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Operacionalización de las variables</i> | 9 |
| Tabla 2 <i>Parámetro a analizar del suelo</i> | 51 |
| Tabla 3 <i>Concentración de plomo en suelo</i> | 53 |
| Tabla 4 <i>Concentración de plomo en agua</i> | 55 |
| Tabla 5 <i>Concentración de plomo en agua</i> | 62 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 <i>Cuenca hidrográfica</i> | 21 |
| Figura 2 <i>Propiedades físicas del plomo</i> | 40 |
| Figura 3 <i>Proceso de absorción atómica</i> | 48 |
| Figura 4 <i>Técnica de cuarteo</i> | 49 |



RESUMEN

Se utilizó un diseño no experimental descriptivo-analítico para determinar los niveles de As y Pb en agua, sedimentos y en la especie (*Schoenoplectus tatora*) presentes en la desembocadura superficial del río Coata, Puno 2020. Se empleó muestras de agua, sedimentos y totora (tallos y raíces) existentes en este lugar. El contenido de As y Pb estuvieron medidas en laboratorios para proporcionar los datos para el análisis. Llegamos a la conclusión de que los ECAs contienen la cantidad de arsénico (As) después de ordenar los datos y evaluar los resultados obtenidos, mientras que el contenido de plomo (Pb) en el agua, el limo y los sedimentos son superiores a los permitidos por el ECA.

Palabras claves: .concentración de plomo en agua y suelo – cuenca hidrográfica



ABSTRACT

A descriptive-analytical non-experimental design was used to determine the levels of As and Pb in water, sediments and in the species (*Schoenoplectus tatora*) present at the surface mouth of the Coata river, Puno 2020. Samples of water, sediment and cattail (stems and roots) from the site were used. As and Pb contents were measured in laboratories to provide data for analysis. We concluded that the ECAs contain the amount of arsenic (As) after sorting the data and evaluating the results obtained, while the content of lead (Pb) in water, silt and sediments are higher than those allowed by the ECA.

Translated with DeepL.com (free version)

Keywords: lead in water and soil - watershed.



INTRODUCCIÓN

La cuenca Llallimayo ha recibido desde hace más de 400 años contaminantes en la calidad de su agua (metales pesados), los contaminantes en este periodo emergieron de los pasivos mineros que época colonial se desarrolló a nivel de cabecera de cuenca en un periodo además carente de normas de protección ambiental. En la actualidad se liberan contaminantes de las operaciones de las actividades de explotación dejadas por la empresa Aruntani y la actual operación del proyecto "Las Águilas", esta última extrae plomo en la cuenca.

Investigaciones recientes reportan, que los productos pecuarios provenientes de áreas de riego en Umachiri regadas con aguas provenientes del río Llallimayo están contaminados; esto según refiere uno de los entendidos en la materia sería como producto de la acumulación periódica de los metales que ingresan al riego en concentraciones bajas, pero que se vinieron acumulando durante largos periodos en el periodo republicano y actualmente por las actividades mineras no sostenibles en la cuenca.

Con la presente investigación se pretende demostrar que la contaminación es por el aporte del riego y no una situación natural como señala algunas investigaciones.

El planteamiento problemático de investigación, que abarca su descripción, justificación, objetivos y las hipótesis, se aborda en el primer capítulo.

El Marco Teórico, que comprende la fundamentación del estudio, el soporte teórico y el diseño, conforma el segundo capítulo.



El contexto de la investigación utilizado para el estudio de tesis constituye la base del tercer capítulo.

Naturalmente, el examen de los resultados sólo se menciona de pasada en el cuarto capítulo, que también ofrece un desglose completo de los procedimientos a seguir para determinar el refuerzo adecuado.

También incluye una bibliografía, las recomendaciones formuladas en respuesta a las cuestiones planteadas por el esfuerzo investigador y las conclusiones extraídas del estudio.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Hasta donde se conoce hasta mi última fecha de corte en 2021, el río Llallimayo, situado en la región Puno del Perú, ha enfrentado problemas de contaminación, al igual que muchos otros cuerpos de agua en el mundo. La contaminación de flujos hidricos es una problemática ambiental compleja que involucra tanto causas naturales como antrópicas (relacionadas con la actividad humana).

Algunos factores que pueden haber contribuido a la contaminación del río Llallimayo en Puno incluyen:

Actividad Minera: La minería, especialmente la minería ilegal o la que no sigue prácticas sostenibles, puede liberar sustancias tóxicas al ambiente, como mercurio y otros metales pesados. Estos elementos pueden filtrarse hacia las masas de agua proximos y afectar tanto la vida acuática como las comunidades que requieren del agua para su consumo y actividades cotidianas.

Agricultura: El uso de pesticidas, fungicidas y fertilizantes en los cultivos puede dar lugar a escurrimientos que terminen en ríos y otros cuerpos de agua, llevando consigo sustancias que pueden ser dañinas para el ecosistema y los seres humanos.



Residuos urbanos: Las áreas urbanas cercanas pueden contribuir con la contaminación hídrica mediante el desecho inapropiado de aguas residuales y basura. La escases de un sistema de depuración de aguas negras adecuado puede resultar en la liberación de contaminantes directamente al río.

Erosión del suelo: La degradación del suelo y la deforestación pueden aumentar la erosión, llevando sedimentos al río y afectando la calidad hídrica y la vida acuática.

Cambio Climático: Las alteraciones en los patrones climáticos pueden aumentar la frecuencia de eventos extremos como lluvias torrenciales, que pueden incrementar los escurrimientos y la aportación de contaminantes al río.

La contaminación del río no solo tiene repercusiones ambientales, sino también sociales y económicas. Las comunidades requieren del río para su subsistencia, ya sea para la pesca, la agricultura o el consumo de agua, pueden enfrentar graves problemas de salud y pérdida de ingresos debido a la degradación del ecosistema.

Para enfrentar y resolver esta problemática, es crucial la colaboración tanto de la comunidad local como de las autoridades, estableciendo estrategias y acciones coordinadas para la protección y recuperación del río. Esto puede incluir la implantación de sistemas depuradoras de aguas servidas, prácticas agrícolas sustentables, control y regulación de la actividad minera, y programas de concientización y educación ambiental.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante General

¿Cuál es la concentración de plomo en suelos regados con agua proveniente de la cuenca Llallimayo?

1.2.2. Interrogantes específicos

1. ¿Cuáles son los niveles de plomo presentes en el agua usada para riego de la cuenca Llallimayo?
2. ¿Cuáles son los niveles de plomo presentes en suelos regados con agua de la cuenca Llallimayo en relación a los no regados?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La agricultura de regadío cumple una ocupación clave en la generación de alimentos; por otro lado, el agua seguirá siendo el principal factor para que la producción se garantice (FAO, 2022).

La primordial actividad económica a nivel de Melgar es la producción pecuaria, como tal fue reconocida como "Capital Ganadera del Perú" mediante Ley N° 30031 el 04 de junio de 2013.

Por las consideraciones vertidas y la importancia que tiene la actividad pecuaria y agrícola para la subsistencia de personas, que tienen como única fuente esta actividad es necesario proteger, conservar el recurso suelo. Los reportes de la investigación deben servir para que los investigadores intensifiquen los estudios en diversas disciplinas y se exija al estado mayor control y mejores tecnologías para limitar al mínimo el ingreso de contaminantes a los ríos que abastecen agua para riego.



1.3.1. Justificación Técnica

Para un estudio en base la contaminación minera de un río es fundamental para obtener el respaldo necesario de instituciones, financiadores o entidades gubernamentales, y para establecer la relevancia y el alcance del proyecto. A continuación, se presentan algunas justificaciones técnicas:

Caracterización de Contaminantes: La minería puede liberar una variedad de contaminantes al ambiente, como metales pesados, químicos y partículas suspendidas. Un estudio técnico permitiría identificar y cuantificar estos contaminantes, proporcionando datos esenciales para la toma de acciones.

incidencia en la Biodiversidad Acuática: La contaminación puede tener efectos adversos sobre la biodiversidad del río, afectando desde microorganismos hasta peces y aves. Un estudio detallado permitiría evaluar estos impactos y proponer medidas de mitigación.

Riesgos a la Salud Pública: La exposición a contaminantes de origen minero puede tener graves repercusiones para la salubridad de las comunidades que requieren del río para consumo y actividades cotidianas. Es esencial identificar estos riesgos para desarrollar estrategias de prevención y respuesta.

Calidad del Agua: Conocer el perfil químico y biológico del agua es fundamental para establecer su calidad. Este perfil puede verse alterado por la actividad minera, afectando su potabilidad y usos recreativos.

Base para Acciones Legales y Regulatorias: Una justificación técnica robusta puede proporcionar la base científica necesaria para promulgar o ajustar regulaciones relacionadas con la actividad minera, garantizando que estas actividades no comprometan la salud de los ecosistemas y las comunidades.



Identificación de Fuentes de Contaminación: Diferenciar entre la contaminación proveniente de la actividad minera y otras fuentes es crucial. Esto permite dirigir acciones correctivas y preventivas específicas hacia las fuentes identificadas.

Estrategias de Remediación: Una vez identificados y cuantificados los contaminantes, es posible diseñar e implementar estrategias y técnicas de remediación para recuperar y proteger el ecosistema.

Base para Programas de Monitoreo: Un estudio inicial puede servir como línea base para programas de evaluación a largo plazo, permitiendo evaluar la eficacia de las intervenciones y ajustar los planes según sea requerido.

Promoción de Prácticas Mineras Sostenibles: Con datos concretos sobre los impactos de la contaminación, se puede sensibilizar a las empresas mineras y promover prácticas más sostenibles y responsables.

Concienciación y Educación: Los resultados de un estudio técnico pueden ser utilizados para educar al público y a las partes interesadas sobre los impactos de la contaminación minera, fomentando una mayor conciencia y participación ciudadana.

La realización de un estudio técnico sobre la contaminación minera en un río es, por tanto, esencial no solo desde una perspectiva medioambiental, así también social, económica y de salud pública. Establecer una justificación técnica sólida garantiza que el estudio se efectúe mediante una rigurosa y que los resultados logrados sean de provecho para múltiples interesados.

1.3.2. Justificación Económica

La investigación sobre el contenido de plomo en suelos regados con agua de la cuenca Llallimayo es crucial desde una perspectiva económica, ya que la



presencia de plomo puede reducir la producción agrícola y afectar la calidad de los cultivos, llevando a pérdidas significativas para los agricultores locales. Además, la contaminación por plomo representa un riesgo para la salud pública, con costos médicos elevados y pérdida de productividad laboral. Al abordar esta contaminación, se protegen los recursos naturales, se asegura el cumplimiento de normativas ambientales y se mejora la sostenibilidad de la región. Esto no solo atrae inversiones, sino que también permite a los agricultores acceder a mercados más exigentes, mejorando sus ingresos y fomentando el desarrollo económico regional.

1.3.3. Justificación Social

para un estudio sobre la contaminación por plomo en un río, derivada de actividades mineras, se basa en el impacto que este contaminante puede tener en las comunidades circundantes y en la sociedad en su conjunto. A continuación, se detallan algunas justificaciones sociales:

Salud Pública: El plomo es un contaminante conocido por sus efectos nocivos sobre la salubridad humana. La exposición prolongada o en altas concentraciones puede causar problemas neurológicos, anemia, hipertensión, problemas renales y reproductivos, entre otros. Las comunidades que dependen del río contaminado para su consumo y actividades diarias están en riesgo.

Impacto en los Niños: Los niños son especialmente susceptibles a los efectos negativos del plomo. Su coeficiente intelectual puede descender, pueden experimentar problemas de comportamiento, dificultades de aprendizaje, o ambas cosas, dependiendo de cómo se desarrolle su cerebro.



Derecho al Agua Potable: El acceso a agua limpia y segura es un derecho humano básico. La contaminación por plomo compromete la calidad del agua, privando a las comunidades de este derecho esencial.

Impacto Socioeconómico: La contaminación del río puede afectar actividades como la piscicultura, la agricultura y el turismo, lo que puede llevar a la pérdida de ingresos y empleos para la comunidad. Además, los costos asociados con tratamientos médicos debido a enfermedades relacionadas con la contaminación también pueden ser significativos.

Desplazamiento de Comunidades: En casos extremos, si un río se contamina gravemente, las comunidades pueden verse obligadas a desplazarse en busca de fuentes de agua más limpias, lo que puede resultar en conflictos por tierras y recursos en otras áreas.

Pérdida de Valores Culturales y Espirituales: Para muchas comunidades, los ríos tienen significados culturales y espirituales. La contaminación puede erosionar estos valores, afectando la identidad y cohesión de las comunidades.

Concienciación y Participación Ciudadana: Un estudio sobre la contaminación por plomo puede empoderar a las comunidades con información, permitiéndoles participar activamente en la búsqueda de medios y en la toma de acciones relacionadas con la gestión del río.

Legado para Futuras Generaciones: Las consecuencias de la contaminación pueden perdurar durante generaciones. Es responsabilidad de la sociedad actual asegurar que las generaciones futuras hereden un ambiente sano.

Responsabilidad Social Corporativa: Las empresas mineras tienen una responsabilidad social de operar de manera sostenible y asegurarse de que sus operaciones no dañen a las comunidades circundantes. Un estudio puede servir



como herramienta para responsabilizar a estas empresas y exigir prácticas más limpias.

1.3.4. Justificación Ambiental

De acuerdo con la justificación ambiental, este estudio ayuda a identificar las variaciones en el contenido de plomo (Pb) en el agua y los sedimentos muestreados en el río Ajoyani Zuramayo. Se pretende que los resultados sirvan como marco teórico para la realización de investigaciones similares en el futuro y para fomentar acciones relacionadas con la gestión de desechos sólidos, la preservación de los recursos hídricos, la optimización del tratamiento de aguas negras y el control continuo de vertidos en fuentes naturales de agua. Dado que el plomo es venenoso y puede bioacumularse, la investigación sobre su presencia en las fuentes de agua es crucial, ya que tiene efectos perjudiciales en todos los seres vivos. También puede afectar negativamente a la salud pública.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Determinar la concentración de plomo en suelos regados con agua proveniente de la cuenca Llallimayo.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar la concentración de los niveles de plomo presentes en el agua usada para riego de la cuenca Llallimayo.
2. Determinar la concentración de plomo en suelos regados con agua de la en relación a los no regados



1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis general

El origen de la contaminación del suelo por Pb en las áreas de riego del canal N es de tipo antrópico (actividad minera).

1.5.2. Hipótesis específicas

1. Las unidades litológicas son responsables de los niveles altos de Pb en el ámbito de riego del canal N.
2. Existe diferencia entre la concentración de Pb (mg/kg) en área con riego y sin riego en el ámbito del canal N, Llallimayo.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

Variable independiente:

- Ámbito de riego

Variable dependiente:

- Concentración de Pb en el suelo

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de las variables

| VARIABLES | INDICADORES | UNIDAD |
|-----------|-----------------------------|---|
| VI. | Ámbito de riego | Agua usada para riego Área con riego |
| VD: | Cantidad de Pb en el suelo. | mg/kg. |

Nota: propia



1.8. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. Antecedentes de nivel Internacional

Para (Rojos , 2018) La minería, la agricultura y la urbanización han contribuido a una importante implicación antropogénica en la cuenca del río Copiapó. Debido a que los sitios mineros en la cuenca están cerca de zonas habitadas y cursos de agua, su presencia plantea importantes problemas de responsabilidad ambiental. Este estudio examinó la asociación entre la dinámica del movimiento de sedimentos a lo largo de un año y la fluctuación de las concentraciones de cobre, plomo, mercurio y arsénico. Examinamos las partículas y el compuesto químico de sedimentos encontrados en 5 lugares diferentes a lo largo del río Copiapó, incluyendo regiones urbanas, agrícolas y mineras. Los resultados demuestran una relación inversa entre el aumento de la transferencia del elemento fino del sedimento y el cambio temporal en el contenido de los componentes analizados. Los sedimentos finos exhiben una fluctuación temporal en la concentración de elementos que puede atribuirse a variaciones en la transferencia del elemento, así también a la dinámica fluvial y eólica. Dado que el As y Cu exhibieron contenidos superiores al nivel exigible especificado por la CEQG, estas consideraciones deben ser tenidas presentes al momento de planear y gestionar los elementos vertidos por la minería (Rojos, 2018).

- Existe un componente puntual con el finalidad de clasificar el contenido de un contaminante por debajo o por encima de la normativa. Si se tienen en cuenta los ciclos tróficos, aunque el contenido de un componente contaminante esté



periódicamente por debajo de la norma, es probable que aumente hasta superar los límites establecidos debido a la acumulación

1.8.2. Antecedentes de nivel Nacional

(García Peña, 2022) estimo la asociacion entre el contenido de metales pesados en el agua en la zona rural de Tumbes y el contenido de metales pesados en el agua del río Tumbes. S se utilizó la técnica de relacion de Pearson y la técnica de espectroscopia. Se exhibio que tanto el río como el agua potable de los municipios de San Jacinto y Oidor presentan cantidades significativas de plomo (194,889 0,3182 g/L en el río y 99,079 0,0479 g/L en el agua potable, respectivamente). Con niveles de -0,63 (pb), -0,7 (cd) y -0,58 (cr), también se descubrió un índice de asociacion inversa de minima intensidad para los metales examinados. Esto indica una disminucion de las concentraciones encontradas en las viviendas, con la excepcion de algunas localidades en las que se aprecia claramente un aumento, que no disponen de sistema de depuracion de aguas.

Conclusiones:

- Por el contrario, las muestras del pueblo presentan valores medios de conductividad eléctrica algo superiores ($2,61 \pm 1,30$), mientras que las muestras del río presentan valores medios significativamente superiores ($2,11 \pm 0,53$). Como ilustra la Figura 1 (García Peña, 2022), la comunidad de Oidor presentó los valores más altos.
- Examinando los datos mostrados en la Figura 2, se descubrió que mientras el contenido de plomo en el agua superficial del río eran altas, el contenido de cadmio, cromo y plomo en el agua de Rica Playa eran bajas (García Peña, 2022).



Para Izquierdo & Verástegui, (2017), De acuerdo con los criterios de calidad hidrica, la tesis analiza el contenido de metales en el río Jequetepeque. Su objetivo es determinar y evaluar el estado actual de la calidad hidrica del río Jequetepeque. Se utiliza un enfoque de investigación descriptivo y comparativo. Cada uno de los seis sitios de monitoreo suministró una muestra de un litro (12 muestras) tanto en avenidas como en estiaje. El eca prescribía concentraciones superiores a las aquí observadas.

Conclusiones:

- Después de analizar los datos y compararlos con las normas DECA, se llega a la siguiente conclusión: Los valores logrados para el contenido de metales (As, Cr, Cd, Pb, Hg) en el río Jequetepeque se exhiben por inferiores de las normas D.S. N°015-2015-MINAM para la calidad del agua. (Izquierdo Río & Verástegui Horna, 2017).
- En mayo, se detectó As en P5: 0,004 mg/L; en noviembre, se identificó en P1: 0,005 mg/L, P3: 0,006 mg/L y P4: 0,007 mg/L. En mayo, hubo el mismo valor de 0,001 mg/L para Cd en P2,3,4,5 y P6. En mayo, se midió Pb en los puntos de monitoreo P3: 0,005 mg/L y P6: 0,006 mg/L; en noviembre, se midió Pb en los puntos P3: 0,003 mg/L y P6: 0,004 mg/L. (Izquierdo Río & Verástegui Horna, 2017)

Para (Rosales Tabraj, 2020) estimaron los metales y cómo el pH afectaba a Cucurbita pepo en los sedimentos. En los ensayos experimentales se incluyeron análisis iniciales y finales de suelo, diez plantas de calabacín por tratamiento, seccionamiento de raíces, tallos y frutos para análisis de contenido de metales pesados, y un diseño completamente al azar con un grupo testido y otro post-test. El Mantaro tiene un pH de 7,62 mientras que Matahuasi tenía un 8,0. El examen



inicial del suelo de Matahuasi mostró niveles de 40.910 mg/kg de plomo, 5.099 mg/kg de cadmio y 28.270 mg/kg de arsénico. Mantaro pesaba 40.470 mg de plomo, 2.902 mg de cadmio y 24.270 mg de arsénico por kilogramo. Tras el examen final, se determinó que Matahuasi tenía 20.880 mg/kg de plomo, 2.062 mg/kg de cadmio y 22.200 mg/kg de arsénico. El Mantaro tenía un contenido de arsénico de 13.600 mg/kg.

Conclusiones:

- El pH del suelo era de 7,52, que se considera «moderadamente básico», pero el pH del suelo agrícola de Matahuasi era de 9,00, que se considera «básico». En las tierras de Matahuasi se identificaron 29.153 mg/kg de As, 5.083 mg/kg de Cd y 40.910 mg/kg de Pb en el análisis inicial de metales; asimismo, en las tierras de El Mantaro, la cantidad de As es de 25.323 mg/kg, el de Cd de 2.902 mg/kg y el de Pb de 40.470 mg/kg de suelo (Rosales Tabraj, 2020).
- e encontraron 2,81 mg/kg de As, 0,30 mg/kg de Cd y 1,36 mg/kg de Pb en la raíz, y 2,79 mg/kg de As, 0,10 mg/kg de Cd y 0,92 mg/kg de Pb en la raíz de Cucurbita pepo de los suelos de El Mantaro. Sólo la localidad de Matahuasi presentó cantidad de metales pesados en el tallo de la planta pepo (0,05 mg/kg de Cd); las otras dos localidades no presentaron niveles detectables de metales pesados por estar por debajo de los umbrales de detección. Respecto al contenido de metales en hojas en la zona de Matahuasi (Rosales Tabraj, 2020).

Para (Gavilanez García) Según sus estudios realizados en la ciudad de Tumbes, los metales pesados son ahora un tema candente en los sectores de la salubridad pública y el ecosistema. El plomo no se biodegrada y permanece en el



ambiente. Si no se elimina, puede envenenar a futuras generaciones de niños y adultos al acumularse en los lugares donde se deposita en lugar de disiparse. Este estudio se propuso averiguar si la salubridad de los habitantes del caserío se veía afectada por la cantidad de contaminación por plomo del río Tumbes.; En un sentido estrictamente práctico, el estudio estaba justificado porque los resultados se comunicarán a las autoridades competentes, que tomarán las medidas oportunas. Además, la estimación del contenido de plomo en sangre era necesaria para abordar la hipótesis de que los residentes presentan niveles elevados de contaminación por plomo. Los 8000 residentes de la localidad de San Jacinto fueron el objeto de esta investigación no experimental descriptiva-explicativa-causal. Se incluyeron 21 personas en una muestra estratificada no probabilística, que se eligió en función del número total de habitantes de Rica Playa.

Conclusiones:

- Las actividades mineras informal en la cuenca alta del río Tumbes son la causa de la contaminación por plomo en la cuenca. No se aconseja al público en general consumir directamente el agua superficial del río debido al aumento medio del 26,74% en el contenido de pb por superior de las normas de calidad hidrica de Perú (ECA), de 0,05 mg/L a 0,3174 mg/L (Gavilanez García).

Según (Quinto & Zanabria , 2021) Sus conclusiones indican que los metales pesados son ahora una preocupación sanitaria y medioambiental. Tanto el plomo (Pb) como el arsénico (As) son peligrosos para niños y adultos y no desaparecen; son persistentes en el ambiente y no se biodegradan. evaluamos el nivel de (Pb)



(As) en el río Cachi y examinamos su asociación con la salubridad de los habitantes.

Para ello, justificamos nuestros hallazgos en un sentido estrictamente práctico.

Conclusiones:

- Entre enero y marzo de 2020, el contenido del metal pesado plomo (Pb) del río Cachi superó las Normas de Calidad hídrica de categoría 1: uso poblacional y recreativo, lo que supone un peligro para la salud pública. Entre enero y marzo de 2020, la cantidad del metal en ninguna de las nueve muestras superó la Norma de Calidad Ambiental para aguas de categoría I (Quinto Pari & Zanabria Pari, 2021)
- La cantidad máxima de (Pb) encontrada fue de 0,068 mg/L, que es cinco veces superior al límite permitido por el ECA y muestra una correlación con la salud en este caso. (Quinto Pari & Zanabria Pari, 2021).

Para (Teves Aguirre, 2018) explica que la finalidad del estudio es efectuar un examen fisicoquímico del río Cacha. Este análisis ayudará a determinar la calidad del recurso utilizado para regar los cultivos agrícolas y proporcionar agua potable a los animales en una zona gravemente empobrecida. Se construyeron seis estaciones de muestreo y el muestreo se realizó en dos fases entre mayo y julio de 2015, durante las estaciones desértica y húmeda. En el sitio se realizaron análisis in situ y se recogieron muestras para su examen. DQO, SST, , cloruros, nitratos, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, calcio, sodio, aluminio, cobre, cadmio, magnesio, hierro, zinc, plomo y. Las mediciones de campo incluyeron conductividad eléctrica, temperatura, pH y oxígeno disuelto. Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo mediante métodos volumétricos, gravimétricos y experimentales como la espectroscopia.



Conclusiones:

- En la zona a estudiar se efectuaron actividades que impactan negativamente en el medio ecosistémico. Entre ellas, el vertido de aguas servidas sin depuración y desechos agrícolas al río, así como la actividad minera, que forma parte del distrito y origina al río del mismo apelativo (Teves Aguirre, 2018)
- Los parámetros elegidos para este estudio eran adecuados porque ofrecían datos para caracterizar las aguas básicas del río Cakra, que son neutras, bien oxigenadas, bajas en iones disueltos y bajas en sólidos en suspensión y materia orgánica. También pudimos descartar cualquier posibilidad de contaminación por operaciones mineras en el distrito de Cakra gracias a este conocimiento. Además, se puede afirmar que la calidad hídrica del río Cakra no se ve presuntuosa significativamente por las acciones de sus habitantes. Por último, según Teves Aguirre (2018), las métricas que revelaron más detalles sobre la calidad hídrica son CE, caudal, pH, STS, OD, Fe, fosfatos (Teves Aguirre, 2018).

1.8.3. Antecedentes de nivel local o Regional

(Ballena Trujillo, 2021) en su estudio, el afluente Ajoyani del río Zuramayo evalúa la variación del contenido de pb en muestras hídricas y sedimentos durante la estación monzónica. Se recogieron diez muestras en lugares situados aguas arriba, en la zona de vertido y aguas inferiores. Para el agua, se obtuvo un valor de 0,003 mg/L y un valor inferior de 0,002 mg/L, lo que representa una dinamismo significativa de pb en las aguas de aguas superiores. también la zona de vertido,



los valores máximos y mínimos obtenidos son 0,044 mg/L y 0,042 mg/L, lo que se considera una variación baja. En la sección de aguas abajo, el contenido máximo de pb medida fue de 0,0025 mg/L y la inferior de 0,0018 mg/L, lo que se considera una variación moderada. Los valores de sedimentos aguas arriba oscilaron entre un máximo de 6,37 y un mínimo de 0,81, lo que indica una variación significativa de la concentración de plomo.

Conclusiones:

- Los suelos degradados e impactados, ahora inutilizables, junto con las aguas superficiales y subterráneas contaminadas, hacen imposible que la población local pueda llevar una vida segura y saludable y ponen en peligro los cultivos y el ganado. (Ballena Trujillo, 2021).
- Aunque las actividades extractivas en el pasivo ambiental minero del Calvario están paralizadas desde hace años, no se ha dado solución a los problemas ambientales que estas actividades ocasionaban, poniendo en riesgo la salubridad de la población local durante años. (Ballena Trujillo, 2021).

Para Gamarra, (2022) evaluo la calidad hidrica del río Llallimayo Se tomaron en consideración 3 puntos de muestreo utilizando un enfoque cuantitativo y el método de conveniencia. En especifico a las características sugeridas por los requisitos de calidad hidrica, el monitoreo se realizó a lo largo de las temporadas de estiaje e inundación.

Conclusiones:



- Durante las épocas de crecida, el contenido de metales pesados perjudican la calidad hidrica del río Llallimayo, en la zona de Llallí, provincia de Melgar (*Gamarra Velarde, 2022*)
- El color, uno de los parámetros físico-químicos, presento un nivel máximo de 350 Pt/Co en noviembre, época de estiaje, y un nivel mínimo de 60 Pt/Co en diciembre, temporada de crecida; la demanda bioquímica de oxígeno, por su parte, tuvo un valor elevado de 8176 mg/L en enero, época de crecida, y un nivel mínimo de 27 mg/L en febrero; la demanda química de oxígeno, por su parte, tuvo un nivel máximo de 640 mg/L en diciembre, época de crecida, y un nivel mínimo de 110 mg/L en marzo(*Gamarra Velarde, 2022*).

Para Maldonado, (2022) describe que su proyecto de investigación tiene como objetivo determinar los valores de contenido de As y Pb en la desembocadura del río Coata. Para ello, el contenido de As y Pb fueron medidas en laboratorios para proporcionar informacion para el análisis. El contenido de arsénico (As) se encuentra dentro del ECA, según determinamos después de recopilar los datos y evaluar los resultados obtenidos.

En 2020, el agua, los sedimentos y la totora (*Schoenoplectus tatora*) de la región de Puno, en la entrada del río Coata al lago Titicaca, tenían concentraciones de plomo (Pb) por encima de los niveles permitidos por el ECA. Maldonado, el año 2022.

Conclusiones:



- Los resultados muestran que, para el año 2020, la concentración de plomo (Pb) está por encima de los límites permitidos, mientras que la unión de (As) está adentro del ECA. Maldonado (2022).
- Las concentraciones de As y Pb del agua son de 0,007 mg/L y 0,23 mg/L, respectivamente. El contenido de As está en los límites exigidos, pero el valor del metal en las aguas supera el ECA entre 2020 y 2022, según Maldonado, (2022).
- Las concentraciones de As y Pb en sedimento fueron de 3 mg/kg y 127,56 mg/kg, . Mientras que el contenido de pb en el sedimento cerca de la entrada del río, por encima del MCL, el contenido de As se encontró dentro de los límites exigidos Maldonado, (2022).

Para Muchica, (2021) la finalidad principal es evaluar y sugerir formas de reducir la cantidad de cadmio en los sedimentos y el agua del río Zuramayo-Carabaya. Se tuvieron en cuenta diez criterios y se caracterizaron el agua y los sedimentos. Aunque el contenido de cadmio $<0,003$ mg/l estaba dentro de la normativa, los resultados de las muestras de sedimentación mostraron que en la zona 4 se obtuvieron 9.323 mgCd/kg, en el 5, 25.425 mgCd/kg, en el punto n° 6, 12. 128 mgCd/kg, en el punto n° 7, 8.534 mgCd/kg, y en el punto n° 8, 1.667 mgCd/kg. Estos valores superan la cantidad máxima permitida para la sedimentación según la norma internacional canadiense, que tiene un efecto adverso sobre la vida acuática.



1.9. MARCO TEÓRICO

1.9.1. El agua

"Agua" es la palabra española para "agua", un compuesto químico fundamental para toda la vida. En términos químicos, el agua está conformada por 2 átomos de hidrógeno con 1 de oxígeno, con la fórmula H_2O . El agua existe en varios estados, incluidos líquido, sólido (hielo) y gaseoso (vapor de agua), y desempeña numerosas funciones, incluso como disolvente, medio de transferencia de calor y en sistemas biológicos.

La palabra "agua" se puede encontrar en una variedad de contextos en las culturas de habla hispana, incluso en expresiones, modismos y como componente de otras palabras. Por ejemplo, "agua potable" significa "agua potable" y "aguacate" es la palabra para "aguacate", que se traduce literalmente como "pera de agua".

1.9.2. Cuenca hidrográfica

es una área geográfica que drena toda el agua que cae sobre ella hacia un río, lago o mar común. Este concepto es muy relevante en disciplinas como la hidrología, la geografía y la gestión de recursos hídricos, ya que ayuda a entender cómo se distribuye, se utiliza y se conserva el agua dentro de una región específica.

Una cuenca hidrográfica está delimitada por líneas imaginarias conocidas como "divisorias de aguas". Estas líneas siguen las elevaciones más altas en el terreno y separan diferentes cuencas. Por ejemplo, en una montaña o colina, el agua de lluvia que cae a un lado fluirá hacia una cuenca, mientras que el agua que cae al otro lado fluirá hacia otra.

Las cuencas pueden ser de diversos tamaños y tipos, desde pequeñas cuencas que drenan un área local hasta enormes sistemas como la cuenca del río

Amazonas, que abarca varios países. Cada cuenca puede dividirse en subcuencas, que a su vez pueden dividirse en cuencas más pequeñas, en una especie de jerarquía.

Figura 1
Cuenca hidrográfica





Nota: elaboración propia

1.9.3. El suelo

El suelo es considerado tanto como un recurso natural que necesita ser protegido como un medio que puede ser el receptor, transportador o transformador de contaminantes. A diferencia de la ingeniería civil, donde el enfoque principal puede estar en las propiedades mecánicas del suelo para soportar estructuras, la ingeniería ambiental se preocupa más por las interacciones del suelo con elementos biológicos, químicos y físicos del entorno.

Aspectos clave del suelo en la ingeniería ambiental incluyen:

- **Calidad del Suelo:** La ingeniería ambiental evalúa la calidad del suelo en términos de su capacidad para soportar la vegetación y su aptitud para diferentes usos como la agricultura, la construcción y la conservación.
- **Contaminación del Suelo:** Los ingenieros ambientales estudian la contenido de contaminantes en el suelo, su origen, movilidad y los riesgos que representan para la salubridad humana y los ecosistemas. Esto contiene metales, hidrocarburos, pesticidas y otros elementos químicos industriales.
- **Remediación:** En casos de contaminación, los ingenieros ambientales diseñan y aplican métodos para limpiar el suelo o mitigar los efectos de los contaminantes. Esto puede implicar técnicas físicas, químicas o microbiológicas.
- **Gestión de Residuos:** El diseño de vertederos y la gestión de otros sistemas de disposición de residuos requieren un conocimiento



profundo de las propiedades del suelo para prevenir la contaminación del agua freática y la liberación de gases dañinos.

- **Erosión y Sedimentación:** La ingeniería ambiental también se ocupa de controlar la erosión del suelo y la sedimentación, que pueden ser exacerbadas por actividades antropogénicas como la deforestación, la agricultura y la construcción.
- **Ciclos Biogeoquímicos:** Comprender cómo los nutrientes y otros elementos químicos se mueven a través del suelo puede ser concluyente para la gestión sustentable de los ecosistemas y los recursos naturales.
- **Sistemas de Saneamiento:** En algunas regiones, los sistemas de saneamiento como letrinas de abono o sistemas sépticos están en contacto directo con el suelo, y su diseño requiere un entendimiento adecuado de las propiedades del suelo para sortear la contaminación del agua subterránea.
- **Impacto Ambiental:** Antes de llevar a cabo proyectos de construcción o industriales, se realiza una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que incluye un estudio del suelo para determinar los posibles impactos negativos y cómo mitigarlos.
- Por ende, en ingeniería ambiental, el suelo es un componente crítico que interactúa de manera compleja con el entorno biótico y abiótico. Su estudio y manejo son fundamentales para la sustentabilidad y la protección del ecosistema.



1.9.4. Sistema de riego

Es un grupo de componentes mecánicos, hidráulicos y electrónicos diseñado para facilitar el suministro controlado de agua a las plantas y cultivos. El objetivo principal de estos sistemas es optimizar el empleo hídrico, mejorar la eficacia en el riego y salvaguardar que las plantas tomen la cantidad conveniente de humedad para su desarrollo. Los sistemas de riego son especialmente útiles en regiones con precipitaciones irregulares o insuficientes.

Existen diferentes tipos de sistemas de riego, cada uno con sus ventajas y desventajas. Los más comunes son:

- Riego por Aspersión: Utiliza aspersores para rociar agua sobre las plantas de manera similar a la lluvia natural. Este sistema puede ser fijo o móvil y generalmente es adecuado para una amplia variedad de cultivos.
- Riego por Goteo: Este sistema suministra agua directamente a la zona de la raíz a través de tuberías o mangueras con pequeños orificios (goteros). Es muy eficiente en el uso del agua y es ideal para cultivos en hileras o en contenedores.
- Riego por Superficie: También conocido como riego por gravedad, implica la distribución de agua directamente sobre la superficie del suelo, permitiendo que fluya por la pendiente del terreno. Este método es más tradicional y menos eficiente en términos de uso del agua.
- Riego por Inundación: En este sistema, todo el campo se inunda con una capa de agua. Este método es común en el cultivo de arroz pero es el menos eficiente en cuanto al uso del agua.



- Riego por Aspersión Móvil: Utiliza aspersores montados en plataformas móviles o pivotes para rociar agua mientras se desplazan a través del campo. Es más eficiente que el riego por superficie pero menos que el riego por goteo.
- Riego Subterráneo: Utiliza tuberías enterradas para suministrar agua directamente a las raíces. Este sistema es menos común debido a su costo y la posibilidad de obstrucción de las tuberías.
- Sistemas Automatizados y de Alta Tecnología: Estos incorporan sensores y controladores para ajustar automáticamente la cantidad y el momento del riego en función de variables como la humedad de la tierra y las contextos climáticas.
- El diseño y la selección del sistema de riego adecuado dependen de diversos elementos como la clase de cultivo, las situaciones del suelo, la disponibilidad hídrica y la eficiencia deseada. Un sistema de riego bien diseñado y gestionado puede aumentar significativamente la productividad agrícola y minimizar el uso de agua y energía.

1.9.5. Fondo geoquímico local

Se refiere a los niveles de concentración natural de elementos químicos o compuestos específicos en un área geográfica determinada. Este "fondo" actúa como una especie de línea de base que ayuda a los científicos, ingenieros y otros profesionales a entender lo que constituye un nivel "normal" de una sustancia en esa localidad específica.

- La comprensión del fondo geoquímico es crucial para una variedad de aplicaciones, incluida la evaluación ambiental, la exploración mineral y la salud pública. Por ejemplo, si se quiere determinar si un área ha sido



contaminada por actividades antropicas como la minería, la agricultura o la industria, es necesario conocer los niveles de fondo de los elementos o compuestos relevantes para poder distinguir entre las concentraciones naturales y las influencias antropogénicas.

- Estos niveles de fondo logran variar considerablemente de una región a otra por elementos como la geología local, el clima, la hidrología y la biología. Por lo tanto, generalmente no es apropiado aplicar los niveles de fondo de una región a otra sin llevar a cabo un estudio específico.
- Para establecer el fondo geoquímico local, se suelen recoger muestras de suelo, agua o roca de varios puntos dentro del área de estudio. Estas muestras se analizan en un laboratorio para estimar el contenido de los elementos o compuestos de interés. Estos datos se utilizan entonces para establecer el "rango normal" de concentraciones para esa área.
- Una vez que se conoce el fondo geoquímico local, se puede usar como un instrumento para evaluar la incidencia de las actividades humanas o para identificar áreas de interés para la exploración de recursos naturales como minerales o hidrocarburos.

1.9.6. Contaminación del suelo por metales pesados

se refiere a la acumulación en el suelo de metales como pb, cadmio, Aso, arsénico, zinc, cromo, a niveles que pueden ser perjudiciales para la salubridad humana y los ecosistemas. pueden proceder de variadas fuentes, incluyendo la industria, la minería, la agricultura y los residuos domésticos.



1.9.6.1. Impactos de la contaminación por metales pesados

- **Salud Humana:** La exposición a valores altos de metales pesados puede presentar secuelas para la salubridad, como daño neurológico, problemas reproductivos, enfermedades cardiovasculares y, en eventos extremos, incluso morir.
- **Ecosistemas:** Los metales pesados pueden afectar a los organismos del suelo, como microorganismos y lombrices, lo que a su vez afecta la calidad y fertilidad de la tierra. Logrando tener un impacto en la cadena alimentaria y en la biodiversidad del ecosistema.
- **Calidad de las Aguas Subterráneas:** Los metales pesados pueden lixiviarse hacia las fuentes de agua subterránea, contaminando así el agua potable y otros recursos hídricos.
- **Producción Agrícola:** el contenido de metales en el suelo puede absorberse por vegetales y entrar en la cadena alimentaria. Esto no solo representa un riesgo para la salubridad humana, sino que también puede afectar el rendimiento de los cultivos.

1.9.6.2. Fuentes Comunes de Contaminación:

- **Actividades Mineras:** La extracción y procesamiento de minerales pueden liberar grandes cantidades de metales pesados al ambiente.
- **Industria:** Las fábricas que utilizan metales en su producción pueden emitir residuos que contienen metales.
- **Agricultura:** El empleo de fungicidas que contienen metales pesados puede contribuir a la acumulación de estos elementos en el suelo.



- **Residuos Sólidos:** Los vertederos mal gestionados pueden ser una fuente de metales pesados, especialmente si contienen residuos electrónicos o baterías.
- **Combustión de Combustibles Fósiles:** La cocción de carbón y combustibles fósiles puede liberar metales pesados que luego se depositan en el suelo.

1.9.6.3. Gestión y Remediación:

- **Análisis de Suelo:** La primera etapa en la gestión de la contaminación por metales es llevar a cabo análisis de suelo para determinar los valores de contaminación.
- **Confinamiento:** En algunos casos, el suelo contaminado se aísla para evitar la propagación de los contaminantes.
- **Técnicas de Remediación:** Hay diversas técnicas para eliminar o estabilizar los metales en el suelo, incluyendo la fitoextracción (uso de plantas para extraer metales del suelo), la adición de agentes quelantes y diversas tecnologías físicas y químicas.

1.9.7. Contaminación de río por metales

debido a actividades mineras es una preocupación ambiental significativa en muchas partes del mundo. La minería, en particular la minería a tajo abierto y la lixiviación de pilas, puede liberar una variedad de metales pesados y otros contaminantes en los sistemas acuáticos.

1.9.7.1. Fuentes de contaminación:

- **Drenaje Ácido de M:** siendo las primordiales fuentes de contaminación asociadas con la minería. Ocurre cuando los minerales sulfurosos, como la pirita, se exhiben al aire y agua, generando ácido sulfúrico.



Este ácido puede lixiviar metales pesados del material rocoso circundante, llevándolos a cuerpos de agua cercanos.

- **Residuos de Procesamiento:** Durante el procesamiento del mineral, se generan residuos que pueden contener una concentración alta de metales. Si estos residuos no se manejan convenientemente, pueden filtrarse a masas hídricas.
- **Erosión y Sedimentación:** Las actividades mineras pueden desestabilizar el suelo y aumentar la erosión, lo que puede llevar sedimentos contaminados con metales a los ríos.

1.9.8. Metales pesados

A pesar de utilizarse con frecuencia en la investigación, la palabra «metal pesado» carece de un significado químico preciso y de una base científica sólida. Hay algunas excepciones a la regla general de que muchos elementos clasificados como «metales pesados» tienen un peso específico superior a cinco. Desde un punto químico, los metales están formados únicamente por compuestos de transición, que también contienen ciertos metaloides el selenio y el arsénico.

Los elementos traza y los metales pesados con funciones biológicas desconocidas son las dos categorías en las que se separan los metales pesados en función de sus funciones biológicas.

1.9.9. consecuencias del uso de agua con presencia de plomo y metales pesados para riego

El uso de agua contaminada con plomo y metales pesados para riego tiene graves secuelas tanto para la salubridad humana como para el ecosistema. Cuando estas sustancias tóxicas se encuentran en el agua de riego, son absorbidas por el



suelo y posteriormente por las plantas. Esto provoca una acumulación de metales pesados en los cultivos, que pueden ser consumidos por los seres humanos o animales, afectando su salud.

En el caso de la humanidad, la exposición a plomo y otros metaloides puede causar problemas neurológicos, daño renal, trastornos del sistema inmunológico, y en casos graves, incluso cáncer. El pb es sstancialmente peligroso para ¿niños, ya que puede interferir con su desarrollo cerebral, generando problemas cognitivos y de comportamiento.

Además de los impactos en la salubidad, el uso de agua contaminada degrada la calidad del suelo a largo plazo, reduciendo su fertilidad y afectando la productividad agrícola. Los metales pesados no se descomponen fácilmente en el ambiente, por lo que tienden a persistir en el suelo durante muchos años, acumulándose en niveles tóxicos que afectan no solo a las plantas, sino también a la fauna del entorno.

1.9.10. Consecuencias del consumo de cultivos regados con agua con presencia de plomo de toda especie de granos, legumbres, frutas

El consumo de granos, legumbres y frutas regados con agua contaminada con plomo puede tener consecuencias graves para la salud humana. El plomo, al ser absorbido por las plantas, se acumula en los tejidos de los cultivos, lo que expone a las personas a este metal tóxico cuando los consumen. Esto consciente ocasionar perjuicios en el sistema nervioso, renal y cardiovascular, además de afectar el desarrollo cognitivo, especialmente en niños, y incrementar el peligro de padecimientos crónicos como el cáncer. La exposición prolongada a estos alimentos contaminados eleva los niveles de toxicidad en el cuerpo, lo que puede desencadenar serias complicaciones de salud a largo plazo.



1.9.11. Métodos de Detección de Metales Pesados.

1.9.11.1. Espectrofotometría de absorción atómica.

se basa en la absorción en estado básico de los átomos de la radiación radiante. Cuando la muestra líquida que presenta la sustancia a examinar llega al quemador del mechero, se origina la atomización. Al atravesar la nube atómica

1.9.11.2. Espectroscopía de emisión atómica.

Una técnica basada en el examen de las emisiones de radiación de los átomos a lo largo de todo el espectro se denomina «espectroscopia de emisión atómica». El átomo o la molécula se excita cuando absorbe energía y permanece en este estado durante un brevísimo periodo de tiempo -unos 10^{-6} segundos-, tras el cual vuelve a su fase esencial o no excitado y libera la energía sobrante en forma de luz o cuantos luminosos.

Dado que varias de las longitudes de onda están muy próximas entre sí - -, la interferencia espectral es el principal problema del método de espectroscopia de emisión atómica.

- Existen tres métodos para realizar la espectrofotometría de emisión atómica: - Llama.
- Óptico sincrónico
- - Secuencial

1.9.12. Impactos de la contaminación:

- Ecosistemas Acuáticos: Los metales logran ser tóxicos para la vida acuática, perturbando desde microorganismos hasta peces y aves que dependen de cuerpos de agua.



- **Salud Humana:** Los humanos que dependen de ríos contaminados para beber, bañarse o pescar pueden estar expuestos a metales pesados, lo que puede causar una diversidad de perjuicios de salud.
- **Calidad hídrica:** La presencia de metales puede alterar la química del agua, haciendo que sea corrosiva o no apta para el consumo.
- **Sedimentación:** Los sedimentos contaminados con metales pueden depositarse en el fondo del río, donde pueden permanecer y ser una fuente de contaminación durante años o incluso décadas.

1.9.12.1. Gestión y Remedición:

- **Tratamiento del DAM:** Hay tecnologías que permiten tratar el Drenaje Ácido de Mina para neutralizar su acidez y remover metales. Esto puede involucrar el uso de cal o de sistemas de humedales construidos.
- **Barreras y Contenciones:** Se pueden construir barreras físicas, como presas de relaves, para contener los residuos mineros y evitar que se filtren a los cuerpos de agua.
- **Monitorización:** Es crucial monitorear regularmente la calidad hídrica del río abajo de las operaciones mineras para detectar y abordar rápidamente cualquier contaminación.
- **Restauración de Hábitats:** En áreas donde la contaminación ha degradado los ecosistemas, pueden realizarse esfuerzos de restauración para ayudar a recuperar la salud del sistema acuático.

1.9.13. El plomo

Mediante operaciones mineras e industriales, este metal produce importantes cantidades de valor económico.



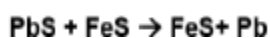
Con una media de 16 mg/kg, este metal está presente de forma natural en cantidades bastante importantes en la corteza terrestre. Por sus características físicas, que lo hacen fácil de moldear y formar, y por sus numerosos usos, es uno de los principales metaloides que el hombre extrajo de la anglesita, la cerusita y la galena.. El plomo en las las personas desde los albores de la tecnología metalúrgica. Los compuestos de plomo de metales pesados se emplean con frecuencia en soldadura, imprenta, metalurgia, barnices, anticorrosivos, automóviles y fontanería. El plomo está presente en el aire a razón del humo de los fabricantes, los combustibles de los automóviles y el humo de los cigarrillos. Del mismo modo que los residuos industriales pueden contaminar el agua potable, el entorno ácido de las tuberías de plomo disuelve el metal.

1.9.14. Obtención de plomo

Desde su aparición natural en la corteza terrestre, los compuestos de plomo se han formado a partir de diversos elementos. La forma más común es el sulfuro de plomo PbS , también conocido como galena, mientras que la forma menos común es el sulfato de plomo 4 (anglesita), el carbonato $PbCO_3$, el molibdato, el cromato el fosfato, y el fosfato de plomo (PACHECO, 2019). dichos compuestos pueden someterse a diversos procesos físicos y químicos para obtenerlo

A. Método de Precipitación

Estos procesos incluyen: Fusión de galena en presencia de hierro (Fe) para liberar plomo desplazando azufre; este proceso se utiliza siempre que el mineral contenga una cantidad excesiva de sílice..



B. Método de Reacción



Este método consiste en calentar la galena a una temperatura de 500 a 600 °C mientras se le proporciona aire. Esto transforma parcialmente el óxido de plomo (Pb) y el sulfato plomo (PbSO₄), como demuestra la siguiente reacción química. Este mineral se utiliza cuando el contenido de sílice es bajo.



Aparte de la relación con el aire, hay que tener presente que, a medida que aumenta la temperatura, el exceso de azufre presente en la galena no reacciona del mismo modo que el óxido de plomo (PbO) y el sulfato de plomo (PbSO₄) en la siguiente ecuación y pasa a convertirse en dióxido de azufre, lo que significa que el plomo quedará libre si se libera en forma gaseosa.

1.9.15. Pasivo minero ambiental

Cuando una explotación minera cesa su actividad y queda abandonada o inactiva en el momento de entrar en vigor la ley, deja tras de sí instalaciones, efluentes, emisiones y depósitos de residuos que podrían poner en peligro de forma potencial y continuada la salud de la población local, el ecosistema circundante y la propiedad. Es lo que se conoce como pasivo minero ambiental.

1.9.16. Tipo de Pasivos Ambientales Mineros

Según la legislación peruana, existen dos categorías para la ubicación de la obligación ambiental minera. Estas se describen a continuación:

a) Los PAM que han sido abandonados son aquellos que no se encuentran dentro de una concesión vigente al momento de la entrada en vigencia del estatuto en 2004.

b) Las PAM que estaban situadas en lugares, empresas o establecimientos que habían cesado su actividad dos años antes de la entrada en vigor de la ley en 2004 se conocen como PAM inactivas.

1.9.17. Drenaje Acido

Las grandes cantidades de minerales sulfurosos pueden provocar un drenaje ácido cuando se extraen, como ocurre con el uranio, el hierro, los sulfuros metálicos, el carbón y otros depósitos. Para que esto ocurra son necesarias condiciones aeróbicas, es decir, suficiente oxígeno y agua además de la actividad catalítica de las bacterias.

El ácido y los metales relacionados se forman en los vertederos de roca estéril, en la roca estéril y en las superficies expuestas de las minas como resultado de la oxidación de los minerales sulfurados. Esto se conoce como «drenaje ácido de roca» o ARD (Acid Rock Drainage), y plantea un problema más importante. Aunque se acaba de descubrir la intrincada fisicoquímica y bioquímica del proceso, con características únicas para cada yacimiento y una generalizabilidad limitada, los métodos experimentales para precisar el problema aún no se han examinado ampliamente en entornos reales (Evaristo, 2015).

1.9.18. Interacción Químico – Físico del plomo en agua y sedimento.

1.9.18.1. Interacción de plomo sedimentos

El medio acuático contiene plomo a un pH de 7 a 9, donde suele encontrarse como carbonato disuelto e iones libres divalentes. En su estado normal, el plomo metálico no reacciona con el agua; pero, cuando entra en contacto con el oxígeno y el agua, se transforma en hidróxido de plomo (PbO). Entonces, cuando se producen cambios en el medio circundante directamente relacionados con el pH, el potencial redox, el oxígeno disuelto o la presencia de quelatos orgánicos, estos



sedimentos operan como portadores y fuentes de posible contaminación al ser transportados y liberados en la columna de agua (Förstner 1993). La característica de un área superficial particular que determina la capacidad de adsorción se muestra recíprocamente consistente con el tamaño de las partículas de arcilla, que miden 10 m²/g. Su magnitud disminuye hasta el tamaño d en las partículas de arcilla, que miden 0,02 m²/g, lo que significa que las partículas más pequeñas y finas contienen oligoelementos más ricos.

La concentración de oligoelementos suele ser exactamente proporcional a la fracción fina cuando se mide la materia particulada total (Salomons & De Groot 1977). En cuanto a «la circulación aproximada del plomo metálico en sedimentos no contaminados, oscila entre <10 mg/kg y 50 mg/kg» (Salomons & Forstner 1984; OMS 1995). Sin embargo, debido a sus frecuentes fuertes enlaces con partículas en suspensión y sedimentos, el plomo no se considera uno de los metales más móviles del medio ambiente (Berg et al. 1995).

1.9.18.2. Interacción del plomo con el agua

En circunstancias normales, el plomo no reacciona con el agua cuando entra en contacto con otros elementos. Pero cuando el plomo entra en contacto con aire húmedo, reacciona con el agua con más fuerza. Esto se debe a que en la superficie del plomo se forma una capa llamada PbO (óxido de plomo), y cuando el plomo entra en contacto con el oxígeno y el H₂O, se transforma en Pb(OH)₂ (hidróxido de plomo), como ilustra la siguiente ecuación:



Solubilidad del plomo y de sus compuestos

El plomo no se disuelve en agua a temperaturas y presiones normales de 20°C y 1 bar. Cuando se disuelve PbCO₃ o Pb (CO₃)₂ en agua, se produce la



reacción. El azúcar de plomo, también conocido como acetato de plomo, recibe su nombre de su sabor dulce y es uno de los casos más conocidos de compuestos de plomo solubles en agua.

El plomo reacciona frecuentemente para generar azufre (S²⁻) o fosfato (PO₄³⁻) cuando entra en contacto con el agua. En estas formas, el plomo es muy insoluble y puede encontrarse en el medio ambiente como compuestos inmóviles.

1.9.19. Propiedades físicas y químicas del plomo

A. Propiedades físicas.

Los compuestos de plomo suelen ser solubles en agua blanda y algo ácida.

El plomo, el menos tenaz de los metales, es de color gris azulado, brillante, blando, flexible y se puede raspar con una uña. También tiene una baja temperatura de fusión y una alta densidad. A continuación se indican sus principales componentes y atributos físicos:

Densidad: «Es un metal tóxico y acumulable debido a su alta densidad de 11,34» (PACHECO, 2019). Comparado con otros metales comunes, es uno de los elementos metálicos con mayor densidad.

| | |
|---------------------|-----------------------------------|
| Número atómico | : 82 |
| Símbolo | : Pb |
| Peso atómico | : 207,2 |
| Solubilidad | : Poca solubilidad en agua. |
| Estado físico | : Solido grisáceo |
| Punto de fusión | : 327,4°C |
| Punto de ebullición | : 1725°C, pero a partir de 500°C. |

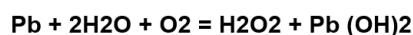
B. Propiedades químicas.



Cuando el plomo entra en contacto con el aire, se oxida superficialmente y se cubre de una capa de sustancia gris conocida como subóxido de plomo (Pb_2O), que apantalla y atenúa el brillo metálico.

Cuando los productos de PbO están recién fundidos, tienen tendencia a oxidarse rápidamente.

Como el agua suele ser prácticamente pura, no lo ataca; sin embargo, cuando entra en contacto con el carbono y el oxígeno libre, presentes en el agua, se produce un ataque continuo.



El plomo tiende a cambiar y desarrollar una capa hidratada cuando hay precipitaciones y CO_2 en la atmósfera. La sal también se disolverá en el agua y causará toxicidad. Por ello, debe evitarse el consumo de agua de lluvia.

El agua destilada difiere mucho de otros tipos de agua porque contiene sulfatos libres. Cuando se combina con el plomo, genera sulfato de plomo, que es insoluble y protege contra la intoxicación por plomo. Si hay menos sulfatos y dióxido de carbono en el agua.

- Dado que el plomo tiene un punto de fusión bajo y, por tanto, no transporta bien la energía, se utiliza en algunas instalaciones eléctricas como fusible en situaciones en las que la carga eléctrica supera la media predeterminada. (Pacheco, 2019)

C. Clasificación química

El plomo se encuentra en cadenas tróficas, que están formadas por dos tipos de especies químicas -orgánicas e inorgánicas-, cada una con propiedades únicas.

a. Compuestos inorgánicos



- A continuación se enumeran las formas más frecuentes de este metal, que es un derivado del plomo, ya que puede encontrarse en una gran variedad de compuestos y formas como óxidos, sales y sulfuros.
- - Plomo metálico, muy utilizado en baterías y tuberías.
- Los óxidos de plomo son pigmentos estables y algo insolubles que pueden emplearse.
- Los haluros de plomo se utilizan como fundentes y soldaduras; no son especialmente solubles.
- Los oxosales, entre los que se incluyen el carbonato básico de plomo $2PbCO_3$, el cromato $PbCrO_4$, el nitrato $Pb(NO_3)_2$ y el sulfato $PbSO_4$, son peligrosos. Debido a sus propiedades insolubles en agua, el carbonato y el sulfato se emplean como pintura y el canco de plomo, como plástico. Por eso también se ven como pigmentos blancos. Además, «el sulfato se utiliza como estabilizante en todos los tipos de PVC en forma de sulfato tribásico $3PbO.PbSO_4.H_2O$ ». Por último, el cromato es un pigmento insoluble que se utiliza en pinturas y plásticos.(Pacheco, 2019).
- Traducción realizada con la versión gratuita del traductor DeepL.com

b. Compuesto Orgánicos:

El empleo de estos derivados alquílicos del plomo -tetraetilo, dimetilo, tetrametilo y dietilo- como antidetonantes de combustibles (gasolina) fue disminuyendo como consecuencia del mandato de utilizar gasolina libre de plomo metálico, a pesar de sus importantes beneficios toxicológicos. Según Ortiz y Delgado (2015), estas especies son, por tanto, «liposolubles, volátiles y fácilmente absorbibles.»



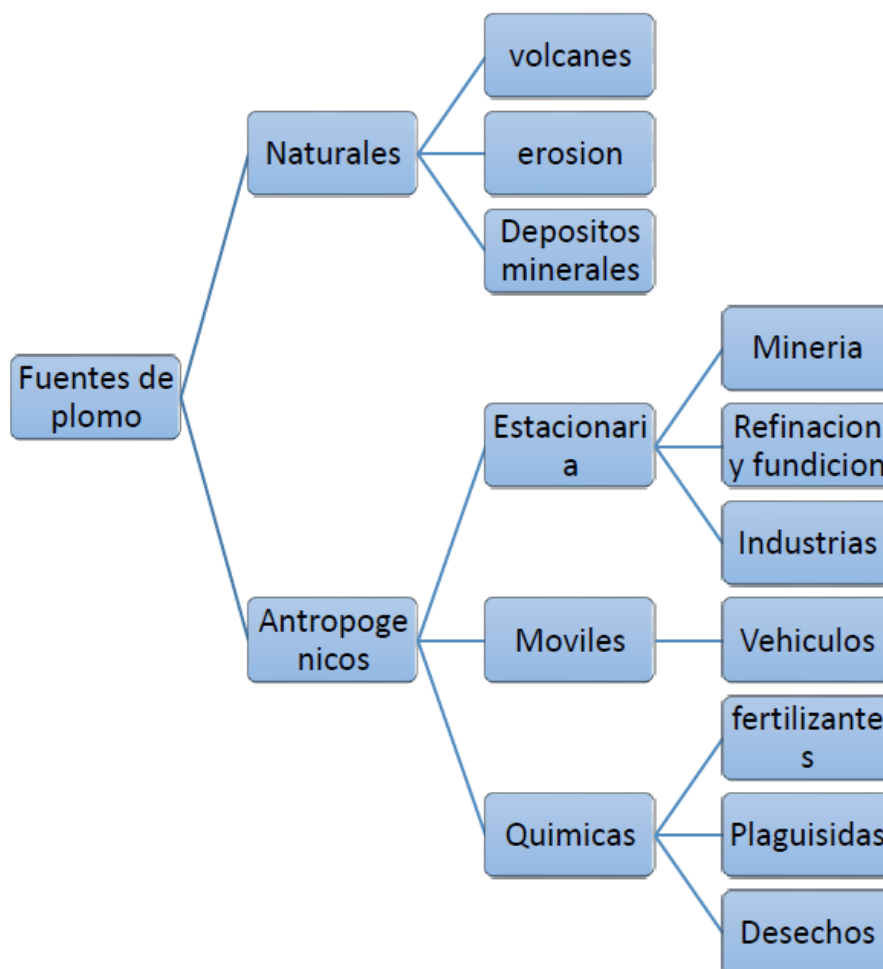
1.9.20. Transporte, distribución y transformación del plomo en el medio ambiente

El medio ambiente contiene tanto su fuente como el plomo; pueden encontrarse en el aire, polvo, plantas, suelos, agua (ríos, lagos), animales, etc. Por ello, la actividad humana también ha hecho que la cantidad de plomo aumente más rápidamente en los últimos siglos. El uso de gasolina con plomo aumentó significativamente entre 1950 y 2000. La gasolina con plomo es la fuente del 76% de las emisiones a la atmósfera de este metal.

La combustión de carbón, petróleo o residuos libera plomo a la atmósfera, donde puede viajar grandes distancias. El plomo también puede encontrarse en la tierra que cae de la atmósfera, en operaciones mineras pasivas y en procesos industriales que liberan plomo en cuerpos naturales como lagos, arroyos y ríos a través de partículas de tierra arrastradas por la lluvia.

Figura 2

Propiedades físicas del plomo



Nota: (Rojos , 2018)

1.9.21. Efectos del plomo

El grado y la duración de la exposición determinan la amplia gama de consecuencias biológicas. La duración y el grado de exposición pueden determinar numerosos efectos bióticos. Los impactos que se han identificado afectan a la naturaleza intracelular del organismo y a su funcionamiento general, y van desde la inhibición de enzimas hasta el desarrollo de cambios morfológicos e incluso la muerte. Estos cambios se producen a niveles muy diferentes, y los niños suelen ser más vulnerables a ellos que los adultos (Quispe R., 2017).



1.9.22. Plomo en el agua

El plomo y el mercurio se parecen en que pueden entrar en el medio ambiente a través de los vertidos y la atmósfera. Si el plomo está presente en los ríos y está unido a moléculas orgánicas o inorgánicas, se disolverá. Las aguas superficiales que cumplen la LMP tienen un máximo de 0,1 mg/l.

Los compuestos orgánicos de plomo, que proceden en su mayoría del hombre, se encuentran con frecuencia como contaminantes en los medios acuáticos. A la inversa, el plomo procedente de artefactos fabricados por el hombre puede influir en las tasas de síntesis espontánea de algunas moléculas orgánicas (Paredes, 2019).

Según Mamani (2016), el plomo metálico es un metaloide que puede crear un número infinito de óxidos, sales y agregados organometálicos.

1.9.23. Origen de metales en el ambiente acuático

High impact pollutants in aquatic systems, such as metals, do not biodegrade; instead, they stay in the system. Due to their tendency to collect in bottom sediments, they pose a risk to the local biota and may even bioaccumulate through food webs (Reyes & Vergara, 2016).



1.10. MARCO CONCEPTUAL

Plomo (Pb)

Es un metal pesado tóxico presente de manera natural en la corteza terrestre, pero cuyas concentraciones pueden aumentar significativamente debido a actividades antropogénicas siendo la minería, la industria y el empleo de combustibles fósiles. Es un contaminante persistente en el ambiente y puede acumularse en los suelos, afectando su calidad y la salud de los ecosistemas.

Contaminación del Suelo

Hace alusión a la presencia de elementos químicos, metales pesados o agentes biológicos en niveles que superan los límites naturales y que pueden ser nocivos para la salubridad humana, animal y vegetal. El plomo en el suelo puede incidir en la fertilidad, la estructura del suelo y la capacidad de las plantas para absorber nutrientes.

Cuenca Llallimayo

La cuenca Llallimayo es una región hidrográfica significativa que suministra agua para riego, consumo humano y otras actividades económicas. La calidad del agua de esta cuenca es decisivo para la salubridad de los suelos y los cultivos en las áreas circundantes.

Impacto del Plomo en la Agricultura

El plomo en el agua de riego puede ser absorbido por los suelos y posteriormente por las plantas, afectando la calidad de los cultivos y presentando riesgos para la salud pública. Los cultivos contaminados con plomo pueden no ser



aptos para el consumo, lo que puede resultar en pérdidas económicas y restricciones en el mercado.

Salud Pública

La exposición al plomo, incluso en bajas concentraciones, puede tener efectos adversos graves en la salubridad humana, conteniendo daños neurológicos, problemas renales y enfermedades cardiovasculares. Es fundamentalmente comprometido para niños y mujeres embarazadas.

Normativas Ambientales

Existen estándares y regulaciones ambientales que establecen los niveles máximos permitidos de plomo en suelos y aguas. Cumplir con estas normativas es esencial para proteger la salubridad pública y el ecosistema, así como para asegurar la sostenibilidad de las prácticas agrícolas.

Metodología de Estudio

El estudio se basa en la compilación y análisis de muestras de suelo y agua para determinar las concentraciones de plomo. Los ensayos de laboratorio cuantifican los valores de plomo presentes y permiten evaluar el nivel de contaminación y su distribución en la cuenca.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Dado que las variables independientes no se modifican a propósito para ver cómo afectan a la variable dependiente, el diseño del estudio es no experimental. Las variables de esta metodología de investigación cuantitativa se miden u observan tal y como ocurren en el entorno real que se va a examinar.

Dado que se utilizan datos de pruebas de laboratorio para verificar los niveles de concentración, el estudio se ajusta al tipo de investigación descriptiva analítica de secuencia temporal transversal.

2.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación emplea el enfoque inductivo-deductivo, que tiene en cuenta dos procesos: la deducción y la inducción. En el marco de nuestro estudio, la inducción nos permite evaluar situaciones concretas y extrapolar los datos de las muestras a los resultados frecuentes observados en las pruebas de laboratorio. Sin embargo, la deducción nos permitió derivar estrategias prácticas para la mitigación de metales sólidos y la fitorremediación a partir de conceptos establecidos.

2.2.1. Método de investigación

Para esta investigación se utilizó la técnica inductivo-deductiva, que toma en consideración un par de procedimientos conocidos como inducción y deducción. En el contexto de nuestro estudio, la inducción nos permite examinar situaciones



específicas y generalizar las conclusiones extraídas de las muestras, así como los resultados más frecuentes de las pruebas de laboratorio.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. Población

Población puede utilizarse para referirse a un grupo de familias, artículos, corporaciones, personas o elementos, ya que es un conjunto de elementos, cosas o seres que comparten cualidades infinitas o finitas.

Para muestras de contenido de plomo en suelo y agua en río Ilallimayo

2.3.2. Muestra

12 puntos de control de muestras para análisis de plomo en agua de río

09 puntos de control de muestras para análisis de plomo en suelo

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

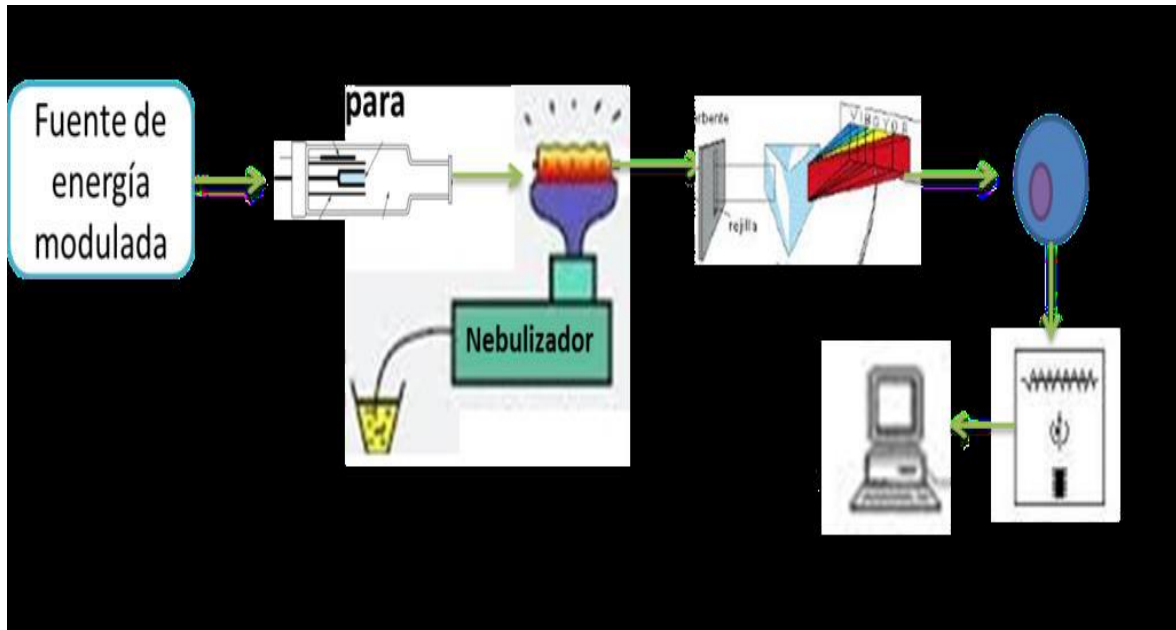
2.4.1. Prueba de absorción atómica

Un método analítico llamado espectroscopia de absorción atómica (EAA) se utiliza para averiguar la cantidad de metal presente en las muestras, como el plomo en el agua de los ríos. El procedimiento para analizar plomo en agua de río mediante AAS generalmente incluye los siguientes pasos:

- **Recolección de Muestras:** Se toman muestras de río, evitando la contaminación y preservando la integridad de la muestra.
- **Conservación de Muestras:** Las muestras son acidificadas con ácido nítrico para estabilizar el plomo y prevenir cambios en su concentración durante el transporte y almacenamiento.



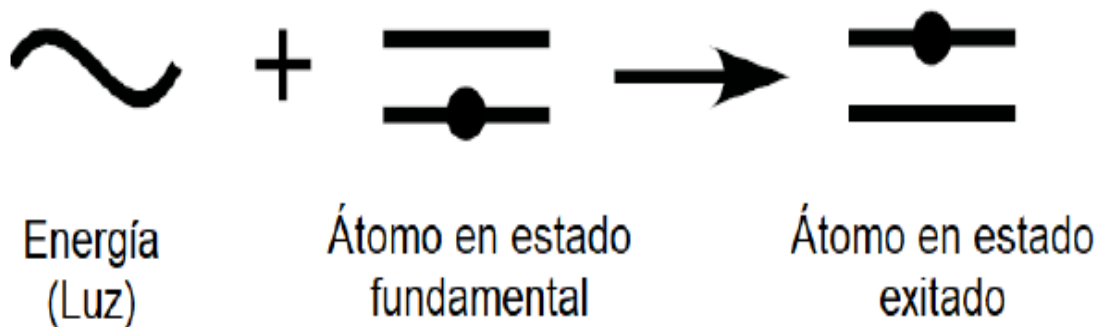
- Preparación de la Muestra: Se filtra la muestra para remover partículas sólidas y se lleva a cabo una digestión ácida si es necesario para liberar el plomo de las partículas en suspensión.
- Calibración del Instrumento AAS: Se preparan soluciones estándar de plomo para calibrar el espectrofotómetro de absorción atómica.
- Medición: La muestra preparada se introduce en el AAS, donde se atomiza el plomo. El contenido de radiación absorbida por los átomos de plomo vaporizados se mide y se compara con las lecturas de las soluciones estándar.
- Análisis de Datos: Se utiliza la curva de calibración para estimar el contenido de plomo en las muestras del agua de río.
- La AAS es una técnica altamente sensible y precisa que puede detectar bajas concentraciones de plomo, lo que la hace adecuada para el muestreo del agua y el cumplimiento de las normativas ambientales.



Para caracterizar el fundamento teórico de la técnica se podría utilizar lo siguiente:

Figura 3

Proceso de absorción atómica



Se parte de la especificación de la concentración característica (o sensibilidad) para determinar el límite de detección. Si las mediciones se realizan dentro del intervalo de linealidad, se refiere a la concentración elemental (dada en

mg/l) necesaria para proporcionar una señal de absorción del 1% (0,0044 unidades de absorbancia).

$$\text{Concentracion característica} = \frac{\text{concentracion estandar} \times 0.00044}{\text{medida de absorbancia}}$$

Para plomo

Oxidante/Combustible: Aire/Acetileno

Flujo de Oxidante/Combustible (l/min): 10 y 2.5, respectivamente.

Longitud del quemador (cm): 10

Longitud de onda (RECOMENDADA): 283.31 nm

Ranura: 2.7/1.05 mm

Lámpara/Corriente: Lámpara de cátodo hueco Perkin Elmer™ Lumina™

Lamp Pb OPERATE 10 MAX 12

2.4.2. Muestreo de suelos

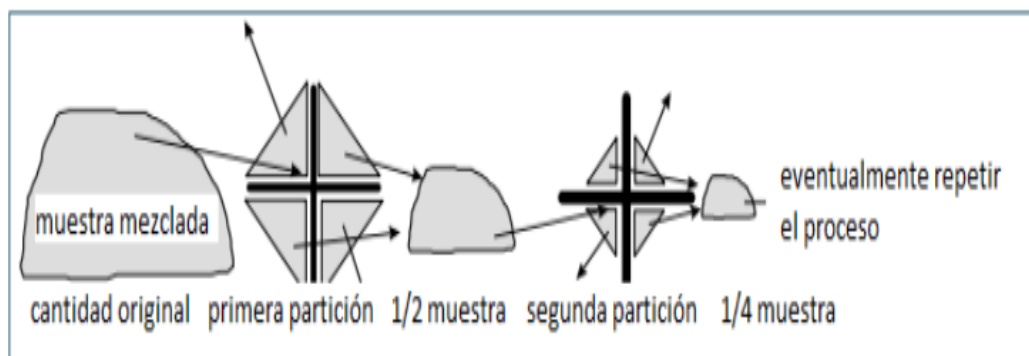
Para el muestreo de suelo se realizó mediante las especificaciones de la “**Guía para el muestreo de suelos**” según el ministerio del ambiente 2014

Ubicación de la zona de muestreo de suelos

Se realizó la toma de muestras en cuatro puntos, en cada punto se tomó una muestra de 2 kilos; para posteriormente realizar la mezcla; y aplicar la técnica de cuarteo para obtener una muestra representativa de suelo para análisis.

Figura 4

Técnica de cuarteo



Igualmente, al procedimiento anterior de los 04 puntos; se obtuvieron muestras mucho mayores de cada punto para el desarrollo experimental; para posteriormente mezclarlas para aplicar la técnica de cuarteo y obtener una muestra compuesta de 10 kilogramos aproximadamente.

2.4.1.1. Empaquetado de muestras de suelo

La muestra para análisis fue empaquetada en una bolsa de polietileno densa (bolsa ziploc), y sobre empaquetada en un cooler hasta su traslado al laboratorio de calidad ambiental de la escuela de ingeniería sanitaria y ambiental, facultad de ingeniería y ciencias puras.

Las muestras para el diseño experimental también fueron empaquetadas en bolsas herméticas hasta su traslado al lugar de desarrollo del diseño experimental para ubicarlos en maceteros.

2.4.2. Rotulado de muestras de suelos

Cada una de las muestras obtenidas se tomó en cuenta el etiquetado/rotulado cuyos datos serán (código de muestra, fecha, hora de recolección, nombre y firma de la persona que realizó el muestreo y observaciones).

Se realizó la determinación de la concentración del nivel de Plomo (Pb); antes de comenzar con el proceso experimental con la finalidad de conocer la



concentración de este parámetro en los suelos aledaños al área degradada por residuos sólidos de Cancharani de la ciudad de Puno.

Tabla 2

Parámetro a analizar del suelo

| Nº | Parámetro a analizar | Unidad |
|-----------|-----------------------------|---------------|
| 1 | Plomo (Pb) | mg/Kg |

El método utilizado para la determinación del Plomo se midió por espectrofotometría de absorción atómica; en el laboratorio de calidad ambiental de la escuela de ingeniería sanitaria y calidad ambiental



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mediciones precisas requieren instrumentos precisos y una manipulación adecuada. Se generó una serie de soluciones madre de hierro (Fe) en ácido nítrico al 5% a volúmenes variados: 100, 500 y 1000 ml, con el fin de evaluar el aparato volumétrico utilizado en el laboratorio. Cada una a una dilución de 0,5, 1 y 1,5 mg/l, respectivamente. Utilizando micropipetas automatizadas con rangos de 0,2 y 1 ml, se emplearon matraces aforados de 25 ml para crear las diluciones de 100 ml de la solución madre. Las diluciones de 500 ml y 1000 ml de la solución madre se realizaron con buretas de 25 ml en matraces aforados de 100 ml.

El enfoque utilizado para preparar las soluciones a lo largo de todo el proyecto quedó establecido por los resultados de esta experiencia.

3.1. RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PB EN SUELO

Las pruebas para determinar la manifestación de Plomo (Pb)

| <u>DATOS DEL ENSAYO</u> | | | |
|-------------------------|---------------------|------------|-------|
| CÓDIGO | COORDENADA | FECHA | HORA |
| S-1 | N: 8320860 E:299409 | 23/04/2023 | 08:50 |
| S-2 | N: 8322223 E:298836 | 23/04/2023 | 09:35 |
| S-3 | N: 8326820 E:298399 | 23/04/2023 | 09:57 |
| S-4 | N: 8329472 E:298313 | 23/04/2023 | 10:25 |
| S-5 | N: 8335037 E:297199 | 23/04/2023 | 10:50 |
| S-6 | N: 8344005 E:294555 | 23/04/2023 | 11:26 |
| S-7 | N: 8345104 E:296445 | 23/04/2023 | 12:37 |
| S-8 | N: 8344884 E:296931 | 23/04/2023 | 13:28 |
| S-9 | N: 8348352 E:303009 | 23/04/2023 | 14:14 |

Tabla 3
Concentración de plomo en suelo

| RESULTADOS | | | |
|------------|--------|---------------|-----------------------------------|
| N° | CODIGO | PLOMO (mg/kg) | Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM |
| 1 | S-1 | 0.051 | 70 |
| 2 | S-2 | 0.391 | 70 |
| 3 | S-3 | 0.191 | 70 |
| 4 | S-4 | 0.041 | 70 |
| 5 | S-5 | 0.066 | 70 |
| 6 | S-6 | 0.056 | 70 |
| 7 | S-7 | 0.051 | 70 |
| 8 | S-8 | 0.071 | 70 |
| 9 | S-9 | 0.291 | 70 |

Grafico de barras de los puntos analizados en suelo

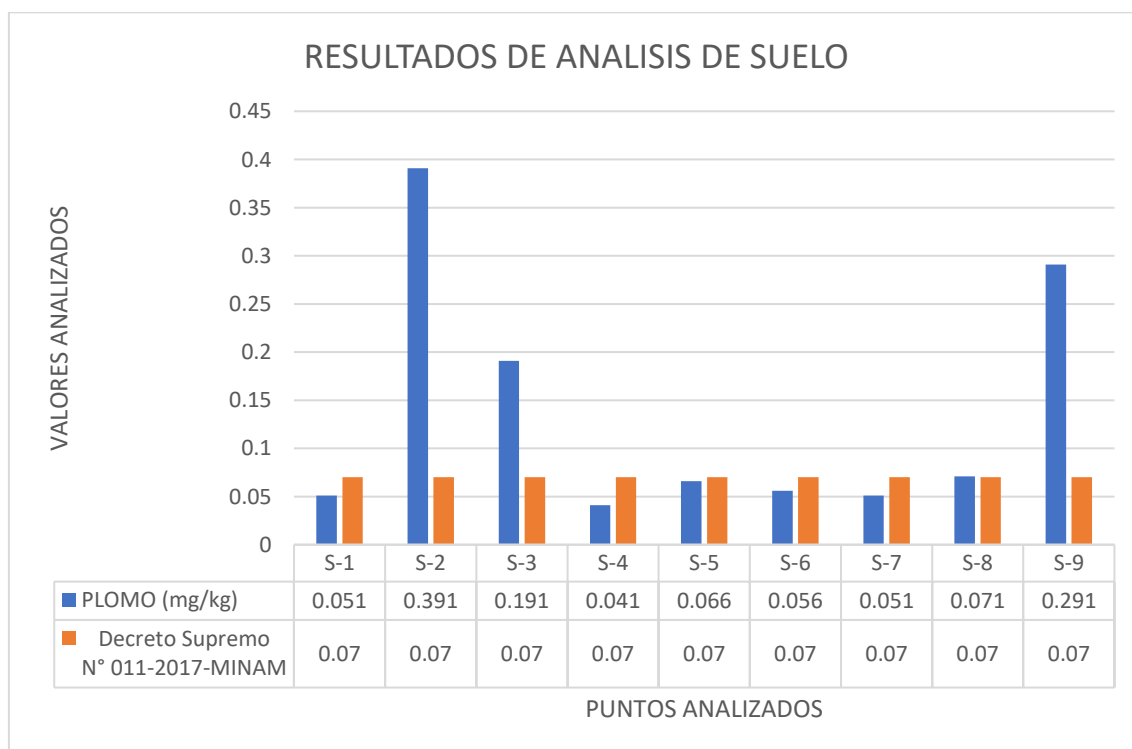
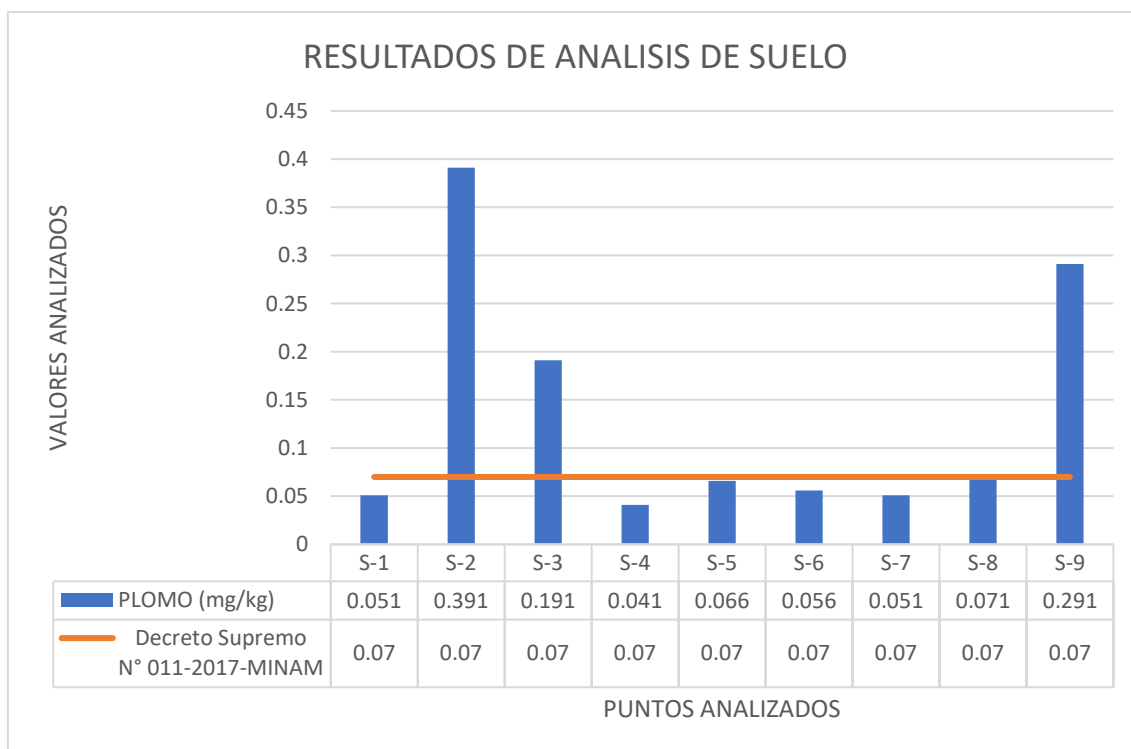


Grafico de resultados con línea meta



Análisis de resultado:

La tabla exhibe lo resultante de las mediciones de plomo (en mg/kg) para diferentes muestras codificadas como S-1 a S-9. Estos resultados se están comparando con los estándares señalados por el "DS N° 011-2017-MINAM", que parece tener un límite permisible de 0.07 mg/kg para plomo.

Para realizar un análisis, podemos comparar cada resultado de la muestra con el valor límite establecido:

Las muestras S-1, S-4, S-5, S-6, y S-7 tienen concentraciones de plomo inferiores al límite de 0.07 mg/kg, lo cual significa que están dentro de los estándares permitidos por el decreto.

La muestra S-8 está exactamente en el límite permitido de 0.07 mg/kg.

Las muestras S-2, S-3, y S-9 tienen concentraciones de plomo que superan el límite permisible, lo cual indica que no cumplen con las exigencias por el decreto.

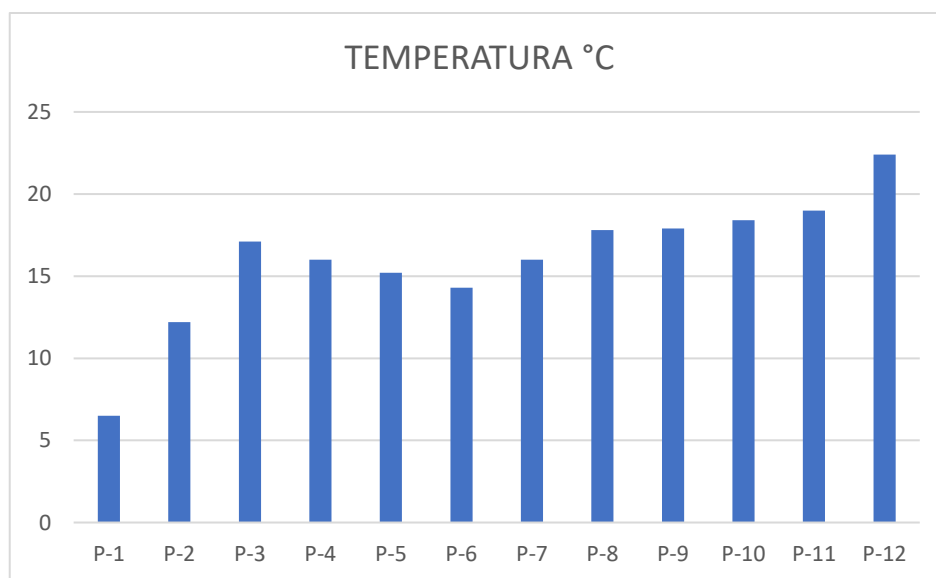
3.2. RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PB EN AGUA

| <u>DATOS DEL ENSAYO</u> | | | |
|-------------------------|---------------------|------------|-------|
| CÓDIGO | COORDENADA | FECHA | HORA |
| S-1 | N: 8320860 E:299409 | 23/04/2023 | 08:50 |
| S-2 | N: 8322223 E:298836 | 23/04/2023 | 09:35 |
| S-3 | N: 8326820 E:298399 | 23/04/2023 | 09:57 |
| S-4 | N: 8329472 E:298313 | 23/04/2023 | 10:25 |
| S-5 | N: 8335037 E:297199 | 23/04/2023 | 10:50 |
| S-6 | N: 8344005 E:294555 | 23/04/2023 | 11:26 |
| S-7 | N: 8344022 E:294826 | 23/04/2023 | 11:46 |
| S-8 | N: 8345083 E:296420 | 23/04/2023 | 12:37 |
| S-9 | N: 8344603 E:296445 | 23/04/2023 | 13:10 |
| S-10 | N: 8344885 E:296932 | 23/04/2023 | 13:28 |
| S-11 | N: 8346939 E:298541 | 23/04/2023 | 13:29 |
| S-12 | N: 8348353 E:303007 | 23/04/2023 | 14:14 |

Tabla 4
Concentración de plomo en agua

| RESULTADOS | | | | | | |
|------------|--------|-------------------|-----------------------------|------|-------------------|--|
| N° | CÓDIGO | TEMPERATURA °C | COND. ELÉCTRICA μS/cm | pH | PLOMO (mgPb/l) | |
| 1 | P-1 | 6.5 | 512 | 6.95 | 0.050 | |
| 2 | P-2 | 12.2 | 392 | 7.02 | 0.030 | |
| 3 | P-3 | 17.1 | 347 | 7.21 | 0.026 | |
| 4 | P-4 | 16 | 375 | 6.9 | 0.070 | |
| 5 | P-5 | 15.2 | 297 | 6.95 | 0.010 | |
| 6 | P-6 | 14.3 | 298 | 6.94 | 0.025 | |
| 7 | P-7 | 16 | 301 | 6.94 | 0.017 | |
| 8 | P-8 | 17.8 | 286 | 7.8 | 0.020 | |
| 9 | P-9 | 17.9 | 307 | 6.59 | 0.070 | |
| 10 | P-10 | 18.4 | 294 | 7.18 | 0.013 | |
| 11 | P-11 | 19 | 312 | 7.18 | 0.022 | |

12 P-12 22.4 334 7.02 0.038



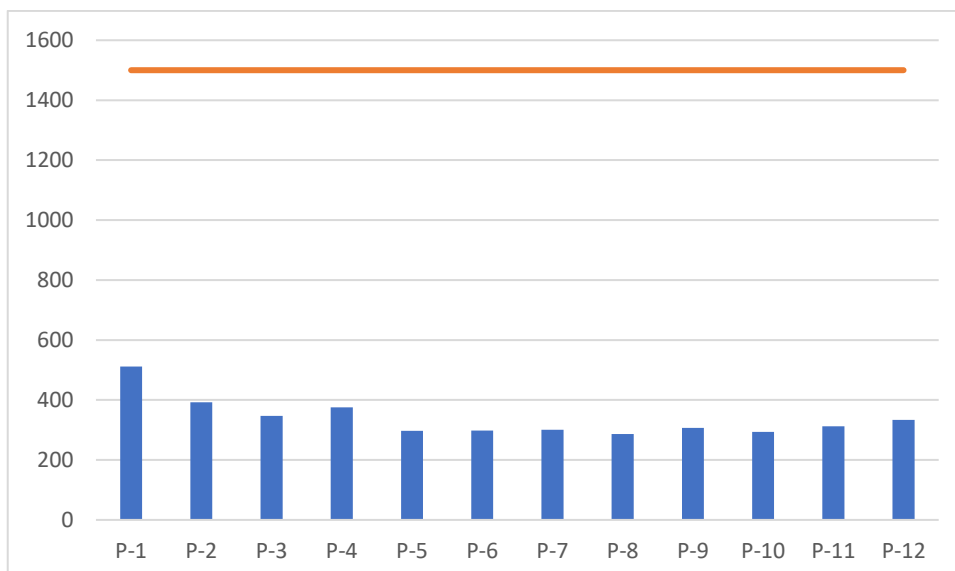
Análisis de resultado: Generalmente, para el agua potable, la temperatura ideal está más relacionada con la preferencia del consumidor que con la seguridad, aunque el agua demasiado caliente podría indicar un riesgo de proliferación de microorganismos si está en un sistema de suministro. Para la vida del agua, la temperatura hídrica es crítica y varía según la especie; muchas especies de peces y organismos acuáticos son sensibles a cambios de temperatura y tienen rangos óptimos para su supervivencia.

Sin un estándar de referencia o un contexto específico para qué uso del agua estamos analizando, es difícil hacer un análisis definitivo. Sin embargo, podemos observar que las temperaturas registradas varían desde los 6.5 °C hasta los 22.4 °C, lo que podría ser adecuado para una variedad de aplicaciones, asumiendo que no hay otros contaminantes y que estas temperaturas se hallan en los valores aceptables para el propósito específico del agua.

3.3. RESULTADOS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

| RESULTADOS | | | |
|------------|--------|---|-----------------------------------|
| N° | CÓDIGO | COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ | DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM |
| 1 | P-1 | 512 | 1500 |
| 2 | P-2 | 392 | 1500 |
| 3 | P-3 | 347 | 1500 |
| 4 | P-4 | 375 | 1500 |
| 5 | P-5 | 297 | 1500 |
| 6 | P-6 | 298 | 1500 |
| 7 | P-7 | 301 | 1500 |
| 8 | P-8 | 286 | 1500 |
| 9 | P-9 | 307 | 1500 |
| 10 | P-10 | 294 | 1500 |
| 11 | P-11 | 312 | 1500 |
| 12 | P-12 | 334 | 1500 |

Grafico de resultados de conductividad eléctrica





3.3.1. Análisis de resultado

Para analizar los resultados proporcionados, parece que estás presentando una serie de datos relacionados con la "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en diferentes puntos (P-1, P-2, etc.), junto con un valor de referencia establecido por el "DECRETO SUPREMO" (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). A continuación, analizaré cada punto individualmente:

P-1: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-1 es de 512, que es menor que el valor de referencia establecido por el "DECRETO SUPREMO" de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esto indica que la conductividad eléctrica en este punto está por debajo del límite permitido por el decreto.

P-2: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-2 es de 392, también por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Al igual que en el punto P-1, la conductividad eléctrica en este punto está dentro de los límites permitidos.

P-3: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-3 es de 347, nuevamente por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esto indica que la conductividad eléctrica en el punto P-3 cumple con los requisitos del decreto.

P-4: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-4 es de 375, aún por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Como en los casos anteriores, la conductividad eléctrica en este punto está dentro de los límites permitidos.

P-5: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-5 es de 297, lo que también está por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cumple con las exigencias en el decreto.

P-6: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-6 es de 298, similar a P-5, está por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y cumple con los requisitos del decreto.



P-7: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-7 es de 301, nuevamente por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que la conductividad eléctrica en este punto está dentro de los límites permitidos.

P-8: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-8 es de 286, por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cumple con las exigencias establecidos en el decreto.

P-9: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-9 es de 307, lo que también está por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cumple con las exigencias establecidos en el decreto.

P-10: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-10 es de 294, nuevamente por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que la conductividad eléctrica en este punto está dentro de los límites permitidos.

P-11: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-11 es de 312, por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cumple con las exigencias establecidos en el decreto.

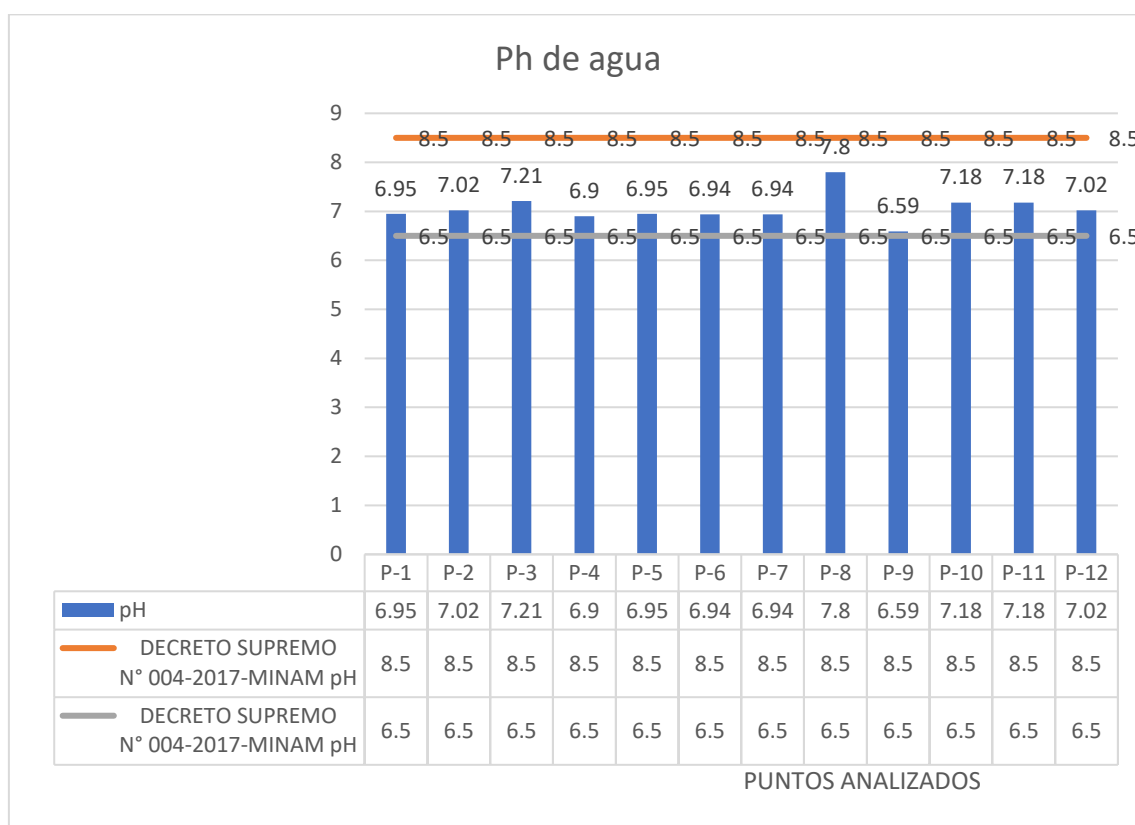
P-12: La "COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ " en el punto P-12 es de 334, por debajo del valor de referencia de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cumple con las exigencias establecidos en el decreto.

3.4. RESULTADO DE PH DE AGUA

| RESULTADOS | | | | |
|------------|--------|----|--------------------------------------|--------------------------------------|
| N° | CODIGO | pH | DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM pH | DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM pH |
| | | | | |

| | | | | |
|----|------|------|-----|-----|
| 1 | P-1 | 6.95 | 6.5 | 8.5 |
| 2 | P-2 | 7.02 | 6.5 | 8.5 |
| 3 | P-3 | 7.21 | 6.5 | 8.5 |
| 4 | P-4 | 6.9 | 6.5 | 8.5 |
| 5 | P-5 | 6.95 | 6.5 | 8.5 |
| 6 | P-6 | 6.94 | 6.5 | 8.5 |
| 7 | P-7 | 6.94 | 6.5 | 8.5 |
| 8 | P-8 | 7.8 | 6.5 | 8.5 |
| 9 | P-9 | 6.59 | 6.5 | 8.5 |
| 10 | P-10 | 7.18 | 6.5 | 8.5 |
| 11 | P-11 | 7.18 | 6.5 | 8.5 |
| 12 | P-12 | 7.02 | 6.5 | 8.5 |

GRAFICO DE RESULTADO DE pH





3.4.1. Análisis de resultado

Estos resultados muestran mediciones de pH en diferentes puntos (P-1, P-2, etc.) junto con dos valores de referencia establecidos por el "ECA pH". A continuación, realizaré un análisis de los resultados para cada punto individualmente:

P-1: El valor de pH en el punto P-1 es de 6.95, lo cual está dentro del rango de referencia establecido por el decreto, que es de 6.5 a 8.5. Por lo tanto, el punto P-1 cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-2: El valor de pH en el punto P-2 es de 7.02, también dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Por lo tanto, el punto P-2 cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-3: El valor de pH en el punto P-3 es de 7.21, nuevamente dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-4: El valor de pH en el punto P-4 es de 6.9, dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-5: El valor de pH en el punto P-5 es de 6.95, dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-6: El valor de pH en el punto P-6 es de 6.94, dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.



P-7: El valor de pH en el punto P-7 es de 6.94, dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-8: El valor de pH en el punto P-8 es de 7.8, también dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Por lo tanto, el punto P-8 cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-9: El valor de pH en el punto P-9 es de 6.59, dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-10: El valor de pH en el punto P-10 es de 7.18, dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-11: El valor de pH en el punto P-11 es de 7.18, dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

P-12: El valor de pH en el punto P-12 es de 7.02, también dentro del rango de referencia de 6.5 a 8.5 establecido por el decreto. Por lo tanto, el punto P-12 cumple con los requisitos del decreto en términos de pH.

3.5. RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN AGUA

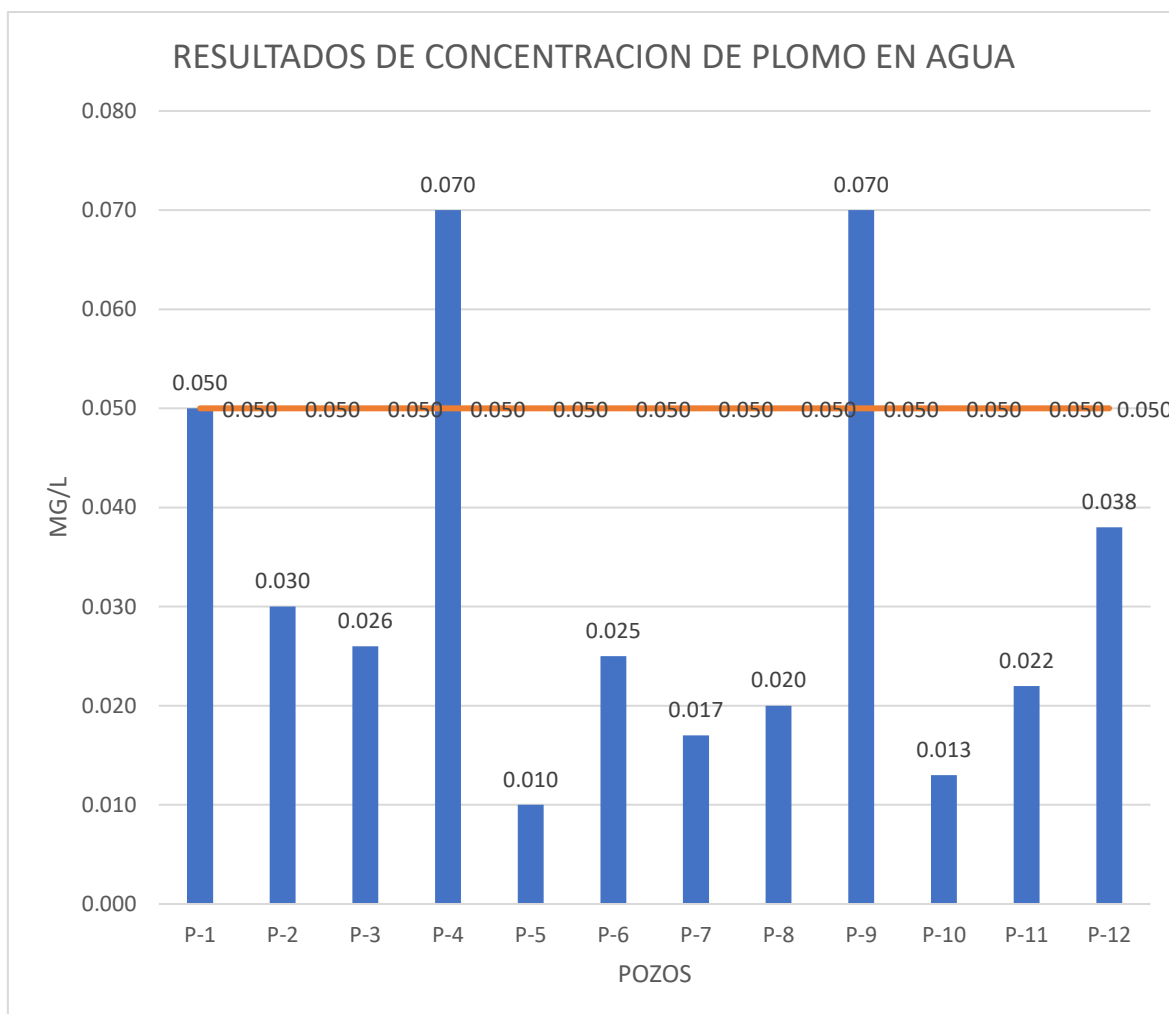
Tabla 5

Concentración de plomo en agua

| |
|------------|
| RESULTADOS |
|------------|



| N° | CODIGO | PLOMO (mgPb/1) | DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM Plomo |
|----|--------|----------------|---|
| 1 | P-1 | 0.050 | 0.050 |
| 2 | P-2 | 0.030 | 0.050 |
| 3 | P-3 | 0.026 | 0.050 |
| 4 | P-4 | 0.070 | 0.050 |
| 5 | P-5 | 0.010 | 0.050 |
| 6 | P-6 | 0.025 | 0.050 |
| 7 | P-7 | 0.017 | 0.050 |
| 8 | P-8 | 0.020 | 0.050 |
| 9 | P-9 | 0.070 | 0.050 |
| 10 | P-10 | 0.013 | 0.050 |
| 11 | P-11 | 0.022 | 0.050 |
| 12 | P-12 | 0.038 | 0.050 |



3.5.1. Análisis de resultado de concentración de plomo en agua

Pozo P-1:

Concentración de Plomo: 0.050 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, ya que la concentración está justo en el límite permitido.

Pozo P-2:



Concentración de Plomo: 0.030 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, con una concentración significativamente menor al límite permitido.

Pozo P-3:

Concentración de Plomo: 0.026 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, la concentración es casi la mitad del límite permitido.

Pozo P-4:

Concentración de Plomo: 0.070 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: No cumple, excede el límite permitido en un 40%.

Pozo P-5:

Concentración de Plomo: 0.010 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, la concentración es muy baja en comparación con el límite permitido.

Pozo P-6:

Concentración de Plomo: 0.025 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L



Cumplimiento: Cumple, con una concentración de la mitad del límite permitido.

Pozo P-7:

Concentración de Plomo: 0.017 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, la concentración es significativamente menor al límite permitido.

Pozo P-8:

Concentración de Plomo: 0.020 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, la concentración está bien dentro del límite permitido.

Pozo P-9:

Concentración de Plomo: 0.070 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: No cumple, excede el límite permitido en un 40%.

Pozo P-10:

Concentración de Plomo: 0.013 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, con una concentración muy baja comparada con el límite permitido.



Pozo P-11:

Concentración de Plomo: 0.022 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, con una concentración menos de la mitad del límite permitido.

Pozo P-12:

Concentración de Plomo: 0.038 mgPb/L

Límite Decreto Supremo: 0.050 mgPb/L

Cumplimiento: Cumple, con una concentración considerablemente menor al límite permitido.

Conclusiones

Pozos que No Cumplen: P-4 y P-9 tienen concentraciones de plomo que exceden el límite permitido por el ECA, lo que indica una contaminación significativa en estas áreas que requiere atención inmediata.

Pozos que Cumplen: Los demás pozos (P-1, P-2, P-3, P-5, P-6, P-7, P-8, P-10, P-11, y P-12) cumplen con los límites establecidos, sugiriendo que la calidad del agua en estos puntos está dentro de los parámetros aceptables para el contenido de plomo.

Acciones Recomendadas: Es necesario implementar medidas correctivas y de monitoreo continuo en los pozos P-4 y P-9 para reducir la concentración de plomo y evitar riesgos a la salubridad pública y al ecosistema. Además, se recomienda un monitoreo regular de todos los pozos para afirmar que los valores de plomo se mantengan referido a los límites permitidos.



CONCLUSIONES

Primero.- Los resultados presentados muestran mediciones de plomo en diferentes muestras (S-1, S-2, etc.) en miligramos por kilogramo (mg/kg), junto con el valor de referencia establecido por el "DS N° 011-2017-MINAM" que es de 0.07 mg/kg. Observamos que la mayoría de las muestras (S-1, S-4, S-5, S-6, S-7, y S-8) tienen niveles de plomo por debajo del límite establecido por el decreto, lo cual es positivo y sugiere que estos lugares cumplen con los estándares de plomo. Sin embargo, tres muestras (S-2, S-3 y S-9) muestran niveles de plomo superiores al límite permitido por el decreto. Esto podría indicar la presencia de niveles potencialmente peligrosos de plomo en esas áreas, lo que podría requerir acciones correctivas o de mitigación. En resumen, la mayoría de las muestras cumplen con los estándares, pero es importante prestar atención a las áreas con niveles elevados de plomo para abordar cualquier riesgo potencial para la salubridad pública y el ecosistema.

Segunda.- El análisis de las concentraciones de plomo en los suelos regados con agua proveniente de la cuenca Llallimayo revela que, de los doce pozos evaluados, diez cumplen con el límite permitido de 0.050 mgPb/L establecido por el ds N° 004-2017-MINAM, mientras que los pozos P-4 y P-9 exceden este límite, indicando la necesidad de intervenciones inmediatas para mitigar la contaminación en estas áreas. Es crucial implementar medidas correctivas y mantener un monitoreo continuo para asegurar la calidad hídrica y proteger tanto la salubridad pública como el medio ambiente en la región.



RECOMENDACIONES

Primera.- Se recomienda implementar un plan de acción integral para abordar las áreas con contenido de plomo superiores al límite establecido por el "Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM". Este plan debería incluir medidas correctivas específicas para reducir los niveles de plomo en las muestras S-2, S-3 y S-9, tales como la remediación del suelo y la prevención de futuras contaminaciones. Adicionalmente, es fundamental establecer un programa de monitoreo continuo en todas las áreas evaluadas para resguardar que los niveles de plomo se mantengan dentro de los estándares permitidos, protegiendo así la salud pública y el ecosistema

Segunda.- Se recomienda, en base al análisis de los contenidos de plomo en los suelos regados con agua proveniente de la cuenca Llallimayo, implementar de manera inmediata medidas correctivas en los pozos P-4 y P-9, que exceden el límite permitido de 0.050 mgPb/L establecido por el eca-MINAM. Estas medidas deben incluir la remediación del suelo y el tratamiento del agua para reducir los valores de plomo a valores seguros. Además, es fundamental establecer un programa de monitoreo continuo para salvaguardar que los niveles de plomo se conserven dentro de los estándares permitidos, garantizando así la protección de la salubridad pública y el ecosistema en la región. También se sugiere realizar estudios adicionales para identificar fuentes de contaminación y prevenir futuros aumentos en los niveles de plomo.



Referencias Bibliográficas

- Ballena Trujillo, F. Y. (2021). VARIACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN MUESTRAS DE AGUA Y SEDIMENTOS, EN MUESTRAS DE AGUA Y SEDIMENTOS, EN PERÍODO DE LLUVIAS EN EL TRAMO AJOYANI RÍO ZURAMAYO, 2021. Ajoyani , Carabaya, Perú.
- Gamarra Velarde, N. J. (2022). EVALUACIÓN DE AGUA DEL RÍO LLALLIMAYO CON FINES DE RIEGO EN EL DISTRITO DE LLALLI, PROVINCIA DE MELGAR. Llalli, Melgar, Perú.
- García Peña, A. (2022). Correlación entre la concentración de metales pesados en el agua de consumo y la concentración de los mismos del agua superficial del río Tumbes, Perú. Tumbes , Perú.
- Gavilanez García, L. E. (s.f.). ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DEL PLOMO EN EL AGUA DEL RÍO TUMBES PERIÓDO 2012 – 2015 COMO CAUSA DE LA MINERÍA AURIFERA Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE LOS POBLADORES DEL CASERÍO DE RICA PLAYA – TUMBES - 2016. Tumbes, Perú.
- Izquierdo Río, J. L., & Verástegui Horna, S. P. (2017). CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (As, Cd, Cr, Hg y Pb) EN EL AGUA DE LA CUENCA BAJA DEL RÍO JEQUETEPEQUE, EN RELACIÓN A LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AGUA - CATEGORÍA 3, CAJAMARCA - 2016. Cajamarca, Jequetepeque, Perú.
- Maldonado Mamani, F. R. (2022). EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO Y ARSÉNICO EN AGUA, SEDIMENTO Y Schoenoplectus tatora PRESENTES EN EL RÍO COATA – LAGO TITICACA, PUNO 2020. Puno, Puno, Perú.
- Muchica Truebas, K. S. (2021). EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE CADMIO EN SEDIMENTOS Y AGUAS DEL RÍO ZURAMAYO - CARABAYA 2021. Macusani, Carabaya, Perú.
- Quinto Pari, I. R., & Zanabria Pari, E. (2021). NIVEL DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO (Pb) Y ARSÉNICO (As) EN EL RIO CACHI Y SU RELACIÓN CON LA SALUD EN LOS POBLADORES DEL DISTRITO DE IZCUCHACA. Huancavelica, Perú.
- Rojos , S. (2018). DINÁMICA DE LA CONCENTRACIÓN DE COBRE, PLOMO, MERCURIO Y ARSÉNICO EN SEDIMENTOS DEL RÍO COPIAPÓ, CHILE. Copiapo, Perú.
- Rosales Tabraj, B. E. (2020). Concentración de metales pesados y la influencia del pH en suelos de Matahuasi y El Mantaro (Junín) en Cucurbita pepo. Huancayo, Perú.



Teves Aguirre, B. M. (2018). ESTUDIO FISICOQUÍMICO DE LA CALIDAD DEL AGUA
DEL RÍO CACRA, REGIÓN LIMA. Lima, Perú.



ANEXOS

ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | INDICADORES | UNIDAD |
|--|---|--|---|---|---|
| <p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es la concentración de plomo en suelos regados con agua proveniente de la cuenca Llallimayo?</p> | <p>OBJETIVO GENERAL Determinar la concentración de plomo en suelos regados con agua proveniente de la cuenca Llallimayo.</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL El origen de la contaminación del suelo por Pb en las áreas de riego del canal N es de tipo antrópico (actividad minera).</p> | <p>Variable independiente: • Ámbito de riego</p> | <p>Agua usada para riego Área con riego</p> | <p>Agua usada para riego Área con riego</p> |
| <p>PROBLEMA ESPECIFICOS ¿Cuáles son los niveles de plomo presentes en el agua usada para riego de la cuenca Llallimayo? ¿Cuáles son los niveles de plomo presentes en suelos regados con agua de la cuenca Llallimayo en relación a los no regados?</p> | <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Determinar la concentración de los niveles de plomo presentes en el agua usada para riego de la cuenca Llallimayo. Determinar la concentración de plomo en suelos regados con agua de la en relación a los no regados</p> | <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS Ha: Las unidades litológicas son responsables de los niveles altos de Pb en el ámbito de riego del canal N. Ha: Existe diferencia entre la concentración de Pb (mg/kg) en área con riego y sin riego en el ámbito del canal N, Llallimayo.</p> | <p>Variable dependiente: • Concentración de Pb en el suelo</p> | <p>Cantidad de plomo en suelo</p> | <p>mg/kg</p> |

ANEXO 02 PANEL FOTOGRÁFICO







19L 299410 8320862
Altitud: 4318m







ANEXO 03 ENSAYOS DE LABORATORIO



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

RESULTADO DE ANALISIS - SUELOS

INFORME N° LCA005-23

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante: Royer Arnold Pancca Parillo
1.2. Proyecto : CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA
PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Suelo
2.2. Numero de muestras : 09
2.3. Muestreado por : Royer Arnold Pancca Parillo
2.4. Fecha de ensayo : 24-27/04/2023
2.5. Departamento : Puno
2.6. Provincia : Melgar
2.7. Distrito : Llañi - Ocuviñi
2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo

| Código | Coordenada | Fecha | Hora |
|--------|---------------------|------------|-------|
| S - 1 | N: 8320860 E:299409 | 23/04/2023 | 8:50 |
| S - 2 | N: 8322223 E:298836 | 23/04/2023 | 9:35 |
| S - 3 | N: 8326820 E:298399 | 23/04/2023 | 9:57 |
| S - 4 | N: 8329472 E:298313 | 23/04/2023 | 10:25 |
| S - 5 | N: 8335037 E:297199 | 23/04/2023 | 10:50 |
| S - 6 | N: 8344005 E:294555 | 23/04/2023 | 11:26 |
| S - 7 | N: 8345104 E:296445 | 23/04/2023 | 12:37 |
| S - 8 | N: 8344884 E:296931 | 23/04/2023 | 13:28 |
| S - 9 | N: 8348352 E:303009 | 23/04/2023 | 14:14 |

UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.S. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASESOR EN LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL



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

III. RESULTADOS

| Nº | CÓDIGO | PLOMO (mg/kg) |
|----|--------|---------------|
| 1 | S - 1 | 0.051 |
| 2 | S - 2 | 0.391 |
| 3 | S - 3 | 0.191 |
| 4 | S - 4 | 0.041 |
| 5 | S - 5 | 0.066 |
| 6 | S - 6 | 0.056 |
| 7 | S - 7 | 0.051 |
| 8 | S - 8 | 0.071 |
| 9 | S - 9 | 0.291 |

IV. Método de ensayo

Los parámetros fueron analizados por método de digestión y absorción atómica

Juliaca, 18 de mayo del 2023

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr. Ing. Milthon Quispe Huanca
C.I.P. 47790
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE - LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL



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

RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA001-2023

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. Solicitante: Royer Arnold Pancca Parillo
- 1.2. Proyecto : CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. Producto : Aguas
- 2.2. Numero de muestras : 12
- 2.3. Muestreado por : Royer Arnold Pancca Parillo
- 2.4. Fecha de ensayo : 24-26/04/2023
- 2.5. Departamento : Puno
- 2.6. Provincia : Melgar
- 2.7. Distrito : Llalli - Ocuviñi
- 2.8. Código, ubicación, fecha y hora de muestreo

| Código | Coordenada | Fecha | Hora |
|--------|---------------------|------------|-------|
| S - 1 | N: 8320860 E:299409 | 23/04/2023 | 8:50 |
| S - 2 | N: 8322223 E:298836 | 23/04/2023 | 9:35 |
| S - 3 | N: 8326820 E:298399 | 23/04/2023 | 9:57 |
| S - 4 | N: 8329472 E:298313 | 23/04/2023 | 10:25 |
| S - 5 | N: 8335037 E:297199 | 23/04/2023 | 10:50 |
| S - 6 | N: 8344005 E:294555 | 23/04/2023 | 11:26 |
| S - 7 | N: 8344022 E:294826 | 23/04/2023 | 11:46 |
| S - 8 | N: 8345083 E:296420 | 23/04/2023 | 12:37 |
| S - 9 | N: 8344603 E:296445 | 23/04/2023 | 13:10 |
| S - 10 | N: 8344885 E:296932 | 23/04/2023 | 13:28 |
| S - 11 | N: 8346939 E:298541 | 23/04/2023 | 13:49 |
| S - 12 | N: 8348353 E:303007 | 23/04/2023 | 14:14 |

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ"

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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELASQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE - LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL



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

III. RESULTADOS

| Nº | CÓDIGO | TEMPERATURA °C | COND. ELECTRICA $\mu\text{S}/\text{cm}$ | pH | PLOMO (mgPb/l) |
|----|--------|----------------|---|------|----------------|
| 1 | P - 1 | 6.5 | 512 | 6.95 | 0.050 |
| 2 | P - 2 | 12.2 | 392 | 7.02 | 0.030 |
| 3 | P - 3 | 17.1 | 347 | 7.21 | 0.026 |
| 4 | P - 4 | 16 | 375 | 6.9 | 0.070 |
| 5 | P - 5 | 15.2 | 297 | 6.95 | 0.010 |
| 6 | P - 6 | 14.3 | 298 | 6.94 | 0.025 |
| 7 | P - 7 | 16 | 301 | 6.94 | 0.017 |
| 8 | P - 8 | 17.8 | 286 | 7.8 | 0.020 |
| 9 | P - 9 | 17.9 | 307 | 6.59 | 0.070 |
| 10 | P - 10 | 18.4 | 294 | 7.18 | 0.013 |
| 11 | P - 11 | 19 | 312 | 7.18 | 0.022 |
| 12 | P - 12 | 22.4 | 334 | 7.02 | 0.038 |

IV. Método de ensayo

Los parámetros fueron analizados por método de digestión y absorción atómica

Juliaca, 18 de mayo del 2023


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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
ASISTENTE - LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 10-10-2024

1. Datos del autor (es):

Formulario with handwritten entries: Nombres y Apellidos: Royer Arnold Pancca Parillo; Dirección: JR. San Francisco MZ. E-1 LT.12; DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 61958732; Teléfono: 972336808; email: panccaroyer@gmail.com; Facultad y/o Escuela de Posgrado: Ingenierías y Ciencias Puras; Escuela Profesional o Mención: Ingeniería Sanitaria y Ambiental; Título o Grado Académico a optar: Ingeniero Sanitario y Ambiental; Asesor: Dr. Leonel Suasaca Pelinco; Título: CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SUELOS REGADOS CON AGUA PROVENIENTE DE LA CUENCA LLALLIMAYO - 2022; Palabras claves: concentración de plomo en agua y suelo - cuenca hidrografica



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: Contaminación y Calidad Ambiental - P22


Firma de Autor



huella digital

10 de octubre del 2024

Fecha