



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A
LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES
DE LA ZONA DE PASTOREO DEL
DISTRITO DE COJATA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

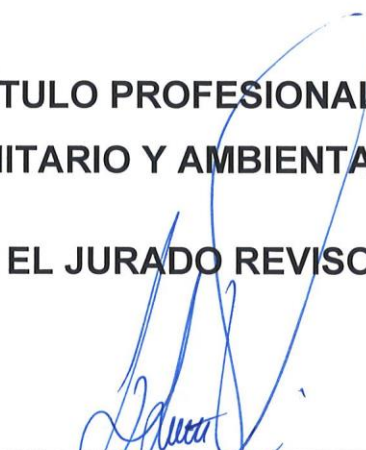
**GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A
LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES
DE LA ZONA DE PASTOREO DEL
DISTRITO DE COJATA 2024**

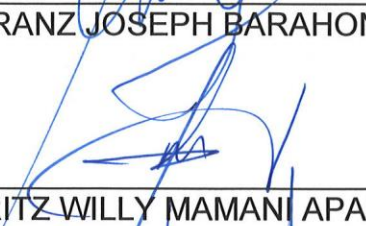
TESIS PRESENTADA POR:


Bach. JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE


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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : 
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

PRIMER MIEMBRO : 
Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO : 
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA MAMANI

ASESOR DE TESIS : 
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1056-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 011462 presentado por el (la) Bachiller: **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

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

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 20 de setiembre del 2024
- * **HORA** : 11:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidráulica

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.
Archivo
interesado (a)

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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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



RESOLUCIÓN DECANAL N° 826-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 10306 por el señor (a): **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 845 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 043- 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 043- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 582-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-06878, presentado el o (la) Bachiller **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 480 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 62 -2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 62 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Eirain Pacheco Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Intermed (3)



GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
5	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
8	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos complementarios



TÍTULO DE LA TESIS	
GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72072484
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-1144-3458
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
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	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA MAMANI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821

Datos de investigación	
Línea de investigación	CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Provincia: Distrito:</p> <p>Coordenadas: Latitud: -15.0149808 Longitud: -69.3652901</p> <p>https://maps.app.goo.gl/xrBnfAvxMYoKgvAu7</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2024 – Septiembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ingeniería ambiental y geológica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01</p>

UNIVERSIDAD ANDRINA NESTOR CASERES VELA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS URBANAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECCIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHEYCOV PETER MIRANDA QUISPE, identificado con DNI Nro. 72072484 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO DEBIDO A LA ACTIVIDAD MINERA EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA DE PASTOREO DEL DISTRITO DE COJATA 2024

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 30 de Septiembre del 2024

Firma del Asesor

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis papás, cuyo amor incondicional y apoyo constante me han guiado a lo largo de mi vivir y estudios. Gracias por brindarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis amigos, por su compañía y motivación en los momentos difíciles. A mi tutor, por su guía y paciencia durante este proceso. Y, sobre todo, a Dios, por darme la fuerza y cognición para alcanzar hasta aquí.



AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a los que me ayudaron a culminar este proyecto:

A mis papás, por su amor y ayuda ilimitada, que me han permitido llegar hasta este punto de mi vida académica. Su sacrificio y dedicación han sido mi mayor fuente de inspiración.

A mi Alma Mater la UANCV, la facultada de Ingenierías y Ciencias Puras, y a la EPISA por darme la oportunidad de recibir formación profesional.

A mis amigos, por estar siempre conmigo y darme su apoyo incondicional, especialmente en los momentos de mayor dificultad.

Culminando, agradecido a todas las personas que, de una forma, ayudaron al desarrollo de este trabajo. A todos, mi más sincero agradecimiento.



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.	1
1.2. Planteamiento del problema.	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación	4
1.4.1. Justificación practica	4
1.4.2. Justificación social.....	4
1.4.3. Justificación ambiental	5
1.4.4. Justificación Económica	5
1.5. Hipótesis de la investigación.....	6
1.5.1. Hipótesis general.....	6



1.5.2. Hipótesis específicas	6
1.6. Variables.....	6
1.6.1. Variable dependiente.....	6
1.6.2. Variable independiente	6
1.7. Operacionalización de variables	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	11
2.1.3. Antecedentes regionales	14
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Suelo	16
2.2.2. Suelo agrícola.....	17
2.2.3. Suelo contaminado	18
2.2.4. Metales pesados.....	19
2.2.5. Movimiento de los metales pesados	20
2.2.6. Metales pesados con alta toxicidad	21
2.2.7. Propiedades del suelo y metales pesados	24
2.2.8. Peligrosidad de los metales pesados	25
2.2.9. Disponibilidad de los metales pesados en el suelo.....	27
2.2.10. Los metales pesados y su conducta en el sistema suelo-planta ..	28
2.3. Marco conceptual.....	29
2.3.1. Contaminación.....	29
2.3.2. Actividad minera	30



- 2.3.3. Zonas de pastoreo 30
- 2.3.4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - suelo 30
- 2.3.5. Muestra..... 30

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Diseño de investigación 31
- 3.2. Tipo de investigación 31
- 3.3. Nivel de investigación 31
- 3.4. Diseño estadístico..... 31
- 3.5. Enfoque de investigación 32
- 3.6. Procedimiento metodológico..... 32
 - 3.6.1. Determinar las zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata..... 32
 - 3.6.2. Determinar los niveles de concentración de metales pesados tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata..... 34
 - 3.6.3. Explicar los posibles efectos de los metales pesados en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata en base a la literatura existente. 38
- 3.7. Materiales y equipos 38
- 3.8. Técnicas e instrumentos 39
 - 3.8.1. Técnicas 39
 - 3.8.2. Instrumentos 39
- 3.9. Población y muestra 40
 - 3.9.1. Población..... 40
 - 3.9.2. Muestra..... 40



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados 41

 4.1.1. Zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata. 41

 4.1.2. Niveles de concentración de metales pesados tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata. 43

 4.1.3. Efectos de los metales pesados en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata. 54

4.3. Discusiones 58

CONCLUSIONES..... 61

RECOMENDACIONES 62

BIBLIOGRAFÍA 63

ANEXOS 69



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente investigación.	7
Tabla 2 Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación.	35
Tabla 3 Coordenadas de los puntos de muestreo de la zona contaminada por metales pesados en el distrito de Cojata.....	43
Tabla 4 Concentracion de metales pesados en el punto de muestreo 01, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.....	43
Tabla 5 Concentracion de metales pesados en el punto de muestreo 02, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.....	45
Tabla 6 Concentracion de metales pesados en el punto de muestreo 03, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.....	46
Tabla 7 Concentracion de metales pesados en el punto de muestreo 04, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.....	48
Tabla 8 Concentracion de metales pesados en el punto de muestreo 05, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.....	50
Tabla 9 Concentracion de metales pesados en el punto de muestreo 06, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.....	51
Tabla 10 Promedio de los metales pesados en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.	53
Tabla 11 Resultados del ANOVA para la Concentración de Metales Pesados en los Suelos de la Zona de Pastoreo.....	58



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Desplazamiento de contaminantes en el suelo en sistemas planta-animal-humano.....	21
Figura 2: Movimiento de los metales pesados dentro del sistema suelo-planta	28
Figura 3: Medición de la zona de interés.....	33
Figura 4: Planificación y delimitación para la excavación.....	33
Figura 5: Calicatas de dimensiones 30 cm * 60 cm.....	34
Figura 6: Puntos de muestreo de la investigación.....	35
Figura 7: Muestras tomadas para su análisis.	37
Figura 8: Puntos de muestreo de la investigación.....	41
Figura 9: Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 01 VS el ECA suelo.....	44
Figura 10: Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 02 VS el ECA suelo.....	45
Figura 11: Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 03 VS el ECA suelo.....	47
Figura 12: Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 04 VS el ECA suelo.....	49
Figura 13: Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 05 VS el ECA suelo.....	50
Figura 14: Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 06 VS el ECA suelo.....	52
Figura 15: Promedio de los metales pesados en el suelo VS el ECA suelo....	53



Figura 16: Concentraciones de metales pesados en suelos de pastoreo cercanos a la mina 57



RESUMEN

La investigación tiene la finalidad de "Determinar el grado de contaminación del suelo debido a la actividad minera en los alrededores de la zona de pastoreo del distrito de Cojata 2024". En el método se empleó El tipo de investigación es aplicada, Descriptiva no experimental y el diseño es no experimental de tipo descriptivo Correlacional transversal, se tuvo 06 puntos de muestreo por aleatorio simple porque tenemos un área de 5000 m² y este patrón es particularmente sugiriendo para zonas homogéneas menores a 5 hectáreas con delimitaciones visibles debido a su capacidad para eliminar sesgos, los resultados del contenido de los metales pesados fueron analizados en el laboratorio acreditado ALAB de Arequipa, los cuales fueron: Cadmio presente con un contenido de 0.42 mg/kg , el cromo se encontró con una concentración de 3.21 mg/kg, mercurio se presentó con una concentración de < 0.04 mg/kg, el plomo se encontró con una concentración de 3.09 mg/kg y el zinc se encontró con un contenido de 15.6 mg/kg; cromo cuyo valor es 3.21 mg/kg. Concluyendo que, el contenido de metales pesados en suelos agrícolas puede tener secuelas adversas significativos en él, desarrollo y reproducción de los animales debido a su toxicidad y capacidad para interferir con procesos biológicos esenciales.

Palabras clave: Metales pesados, zona de pastoreo, suelo agrícola y ECA.



ABSTRACT

The research has the purpose of "Determining the degree of soil contamination due to mining activity in the surroundings of the grazing area of the district of Cojata 2024". In the method was used The type of research is applied, Descriptive non-experimental and the design is non-experimental descriptive Correlational transversal type, 06 sampling points were taken by simple random because we have an area of 5000 m² and this pattern is particularly suggesting for homogeneous areas less than 5 hectares with visible delimitations due to its ability to eliminate biases, the results of the content of heavy metals were analyzed in the accredited laboratory ALAB of Arequipa, which were: Cadmium presented with a content of 0.42 mg/kg, chromium was found with a concentration of 3.21 mg/kg, mercury was found with a concentration of < 0.04 mg/kg, lead was found with a concentration of 3.09 mg/kg and zinc was found with a content of 15.6 mg/kg; chromium had a value of 3.21 mg/kg. In conclusion, the content of heavy metals in agricultural soils can have significant adverse effects on the growth, development and reproduction of animals due to their toxicity and capacity to interfere with essential biological processes.

Keywords: Heavy metals, grazing area, agricultural land and ECA.



INTRODUCCIÓN

La minería ha estado presente desde tiempos remotos en la historia del Perú; sin embargo, con el paso del tiempo y el crecimiento de la tecnología, esta actividad ha causado cada vez más afectaciones al medio ambiente, convirtiéndose en una de las actividades más significativas por la pérdida de suelos. Debido a que se generan una serie de contaminantes que eventualmente terminan depositándose en el suelo, se puede decir que la remoción o alteración profunda del suelo es la que tiene un efecto más negativo sobre el mismo. La deposición de partículas, el vertido directo de productos líquidos de las operaciones mineras y metalúrgicas, la penetración de productos de lixiviación del entorno minero y la eliminación de elementos mineros en el suelo, como vertederos u otras estructuras contaminadas, son algunas de las formas en que esto puede ocurrir. Sin embargo, algunos metales son esenciales para el crecimiento de ciertos cultivos importantes, como el Fe, el Mn el Cu, y el zinc y se hace evidente, así como en relación con los animales. Debido a su toxicidad y a su capacidad para obstruir las funciones biológicas vitales, estos elementos pueden tener graves resultados negativos en el desarrollo y reproducción de los seres vivos (Veliz avila, 2022).

El contaminar el suelo por metales se considera un perjuicio mundial. Las actividades humanas que inciden negativamente a la salubridad humana y al equilibrio de la biota incluyen la industrialización, la urbanización, la agricultura, la tecnología y la minería, siendo una de las 15 primordiales afecciones de contaminación del suelo (Soto Benavente, y otros, 2020).



Desde esta perspectiva, el estudio tiene como finalidad de estimar el grado de contaminación del suelo debido a la actividad minero en los alrededores del área de pastoreo del distrito de Cojata.

Capítulo I. El argumento del problema se aborda en este capítulo, se examina a fondo la cuestión problemática razón de nuestra estudio, teniendo en cuenta su contexto local, nacional y mundial. Este análisis lleva a la formulación de preguntas importantes y al marco de los objetivos del estudio.

Capítulo II. El marco teórico suministra una amplia base teórica para los conceptos principales, así como una visión general de los antecedentes y una interpretación previa de la investigación. Además, elucidará y ampliará los conceptos pertinentes para la investigación actual. De igual forma se exhibe el marco conceptual, que ofrece explicaciones precisas de conceptos importantes utilizados en el estudio

Capítulo III. Metodología del Estudio se describe la metodología del estudio, incluidos los instrumentos y procedimientos empleados, así como el diseño y el tipo de estudio. Se ofrecen la demografía y la muestra, junto con una explicación de la metodología que informó el desarrollo del estudio, que se organizó de acuerdo con los objetivos predeterminados.

Capítulo IV. Resultados y Discusión, Lo resultados a las preguntas se ofrecen en las ordenadas según los objetivos. Para ello se utilizan tablas y figuras y se examinan minuciosamente los temas estudiados. Las conclusiones se extraen al final de este capítulo, empezando por los resultados.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.

Un importante perjuicio medioambiental que incide a muchas regiones del mundo es la contaminación por metales pesados. Los elementos químicos conocidos como metales pesados presentan una densidad muy elevada y, en grandes cantidades, logran ser perjudiciales para los organismos vivos. En lo que respecta a la contaminación, el (Pb), (Cd), (Ni), (Hg) y el arsénico (As) son algunos de los metales más peligrosos. El agua contaminada con metales pesados puede acumularse en la tierra y ser absorbida por las especies cuando se utiliza para regar los cultivos. Esto puede repercutir en la productividad de los cultivos, la salubridad animal, humana y el medio biótico en general (Coila Mamani, 2024).

A razón de los efectos perjudiciales que tienen sobre el medio ecosistémico, las explotaciones mineras se creen una de las primordiales causas de la humillación de la calidad de la naturaleza en Perú. Debido a que son los establecimientos de emisión de minerales pesados, que se transforman naturalmente en los lugares de repartimiento de oligoelementos en el medio biótico por la fuerza del aire y hidrica, así como del material que se presenta en



el suelo, las explotaciones mineras son las primordiales causas de contaminación del ecosistema. La salud humana y de otros organismos vivos se ve incidida negativamente por el envenenamiento del suelo por metaloides. Dependiendo de la clase de suelo y de sus propiedades físicas y químicas, el tiempo de existencia de la contaminación por metales en la tierra puede oscilar entre cientos de años (Puga, Sosa, Lebgue, Quintana, & Campos, 2006).

El medio ecosistémico y la calidad de vivir en la región Puno se están deteriorando debido a la actividad minera informal. Además de causar la pérdida irreversible de áreas verdes y la biota que las habita, la actividad minera ha desarrollado altamente en los últimos años y ha tenido un impacto importante en la contaminación del suelo e hídrica (Vargas, 2017).

La agricultura ocupa una parte importante de nuestro territorio; es la principal fuente de ingresos de la población rural y está estrechamente relacionada con la ganadería. Debido al desarrollo de nuevos métodos de cultivo y técnicas de producción, se ha convertido en una fuente de ingresos cada vez más importante para las familias del distrito de Cojata; la contaminación causada por los metales tiene un efecto negativo en la economía, el desarrollo y la productividad de la región.

La situación actual de contaminación por metales en el distrito de Cojata, en la provincia de Huancané, es un tema preocupante debido a las situaciones mineras que se despliegan en la región. La explotación minera, especialmente la minería artesanal de oro, ha llevado a la contaminación de los recursos con metales, lo que exhibe un serio perjuicio ecológico y de salubridad pública.



1.2. Planteamiento del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el grado de contaminación del suelo debido a la actividad minera en los alrededores de la zona de pastoreo del distrito de Cojata 2024?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Qué zonas de pastoreo están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata?
- b) ¿Qué niveles de concentración de metales pesados tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata?
- c) ¿Cuáles serán los posibles efectos de los metales pesados en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata en base a bibliografía científica?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar el grado de contaminación del suelo debido a la actividad minera en los alrededores de la zona de pastoreo del distrito de Cojata 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar las zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata.
- b) Determinar los niveles de concentración de metales pesados tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata.



- c) Explicar los posibles efectos de los metales pesados en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata en base a bibliografía científica.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación practica

Enfatiza la aplicabilidad y las implicancias de los hallazgos en la gestión ambiental y en la vida diaria de la comunidad del distrito de Cojata.

Efectuar un estudio para determinar el nivel de contaminación del suelo permite identificar y evaluar los riesgos ambientales asociados con la actividad minera. Esta información es fundamental para desarrollar un diagnóstico claro que informe a las autoridades y a la comunidad sobre la magnitud del problema. El conocimiento preciso de los contaminantes exhibe en el suelo y su concentración puede guiar las acciones de mitigación necesarias.

1.4.2. Justificación social

Se basa en la relevancia de entender y chocar los impactos que la actividad minera y la contaminación del suelo tienen en las comunidades locales, especialmente en el contexto del distrito de Cojata.

La exposición a suelos contaminados puede tener consecuencias directas e indirectas en la salubridad de los habitantes de Cojata. Al investigar el grado de contaminación, se busca crear conocimiento sobre los peligros potenciales para la salubridad pública, incluyendo padecimientos coligados con la contaminación del suelo y la ingestión alimenticia contaminados. Se aguarda que lo resultante de este estudio



ayuden a estrategias que busquen resguardar la salubridad y el bienestar de la comunidad.

1.4.3. Justificación ambiental

La justificación de este estudio reside en el requerimiento urgente de evaluar y comprender cómo la contaminación de suelo por metales y otros contaminantes derivados de la actividad minera afecta la salud del ecosistema y, por ende, la seguridad alimenticia de las comunidades que penden de la ganadería y la agricultura. Esta investigación permitirá reunir datos precisos que puedan servir como base para futuras acciones de regulación y mitigación de impacto ambiental.

1.4.4. Justificación Económica

Al identificar el grado de contaminación y las áreas más afectadas, se podrán estimar los costos necesarios para la recuperación del suelo y la adopción de técnicas de manejo más sostenibles. Esto no solo informará a los encargados de planear políticas sobre la urgencia de intervenir, sino que también puede ayudar a los agricultores a planificar y adaptar sus prácticas a fin de proteger sus fuentes de ingreso.

El presente estudio puede proporcionar evidencia sobre cómo la contaminación del suelo incide en la económica de la agricultura y de la ganadería. Este análisis puede incentivar la diversificación de actividades económicas en la región, fomentando la exploración de alternativas productivas que sean menos dependientes de los recursos del suelo contaminado. Se puede promover el desarrollo de iniciativas



agroecológicas o la implementación de prácticas agrícolas que sean más resilientes a la contaminación.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

El grado de contaminación del suelo por metales pesados en las zonas de pastoreo del distrito de Cojata está directamente relacionado con la actividad minera en 2024.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a) Existen zonas de pastoreo en el distrito de Cojata están contaminadas con metales pesados provenientes de la actividad minera.
- b) Al menos un metal pesado en los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata presenta niveles de concentración superan los límites permisibles establecidos.
- c) La exposición a metales pesados en los suelos contaminados de las zonas de pastoreo del distrito de Cojata afecta la salud de los animales, según bibliografía científica.

1.6. Variables

1.6.1. Variable dependiente

- Grado de contaminación del suelo debido a la actividad minera.

1.6.2. Variable independiente

- Concentración de cadmio, cromo, plomo, mercurio y zinc en zona de pastoreo.



1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente investigación.

VARIABLE	DIMENSIÓN DE ANALISIS	INDICADORES	UNIDAD
Variable independiente			
Concentración de metales pesados	Metales pesados	Cadmio Cromo Mercurio Plomo Zinc	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg
Variable dependiente			
Grado de contaminación del suelo.	Zona de pastoreo	Área	Ha



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Zoraya et al. (2016) analizó la presencia de hierro, cobre y mercurio en suelos y su impacto con determinadas propiedades químicas del suelo por medio de una evaluación multivariante; como parte del método de estudio se compilaron 25 muestras de suelo en total, dispersas a una densidad de 17,8 muestras/ha entre zonas cultivadas y erosionadas. El valor medio de las muestras de plomo fue de 125 mg/kg, con un rango de 50 a 200 mg/kg. Estos niveles son superiores al umbral de 70 mg/kg para plomo en suelos agrícolas impuesto por las normas ambientales colombianas. Con una media de 7,5 mg/kg y valores que oscilan entre 2 y 15 mg/kg los contenidos de cadmio fueron más erráticas. La mayor parte de muestras superaban el LMP de 3 mg/kg de cadmio en suelos agrícolas, lo que supone una grave preocupación tanto para la agricultura como para la salud pública; la cantidad medio de mercurio en las muestras era de 2 mg/kg. Las muestras también superan el máximo reglamentario de 1 mg/kg de mercurio en suelos agrícolas, lo que supone un motivo de preocupación; las cantidades de arsénico, por su parte,



oscilan entre 10 y 50 mg/kg, con una media de 30 mg/kg. Dado que 20 mg/kg es la cantidad máxima de arsénico que puede estar presente en los suelos, las cantidades de las muestras son igualmente superiores a lo aconsejado.

Por otro lado, Gonzales (2011) examinó los valores de metales plomo, zinc y cadmio en suelos agrícolas de la región Nazas Durango. Utilizando un diseño de investigación aleatorio, se obtuvieron 15 muestras a diferentes profundidades que van de 0 a 30 cm, con un intervalo variante entre cada muestra. El análisis desarrollado en muestran que estos metales son altamente solubles en los suelos. Las concentraciones de Pb variaron de 118.5 mg/kg a 106.6 mg/kg, las de Cd de 36.6 mg/kg - 35.1 mg/kg y las de Zn de 36.0 mg/kg a 26.4 mg/kg, todas rebasando los LMP .

En cambio, Puga et al. (2006) evaluó la relación entre la contaminación por pb, cadmio, zinc y arsénico en el suelo y las características físico-químicas a varias profundidades y distancias; como parte de su metodología, se compilaron 30 muestras de suelo y se evaluaron para estimar el contenido de metales y las propiedades físico-químicas a 3 profundidades: 300 metros separaban cada una de las diez localizaciones, que tenían un rango de cm de 0 a 40, de 40 a 60 y de 60 a 80 cm. Se utilizó el método ICP para medir el contenido metálico, mientras que la absorción atómica se empleó para leer las muestras con concentraciones más bajas. Los resultados indican lo siguiente: Al igual que en los emplazamientos situados a 300 y 600 metros de la presa de residuos, existen concentraciones elevadas a 40-60 y 60-80 cm de profundidad, con 3.670 y 5.410 ppm para el emplazamiento 1 y 3.150 y 2.930 ppm para el emplazamiento 2; existen concentraciones elevadas de Pb a 60-80 cm de profundidad, con 4.720 ppm, y a 40-60 cm de profundidad, con 3.000



ppm. El emplazamiento con el valor más alto de Cd, a 900 metros de los residuos, tiene una concentración de 204 ppm, y está situado cerca de un arroyo. No se encontraron cantidades de este metal en lugares situados a más de 2 200 m de la fuente, a una profundidad de 40 a 60 y 60a80 cm.

Llano (2021) evaluaron las fracciones totales, la biodisponibilidad y los índices de Cd), (Hg), y (Pb) en las áreas de estudio. De acuerdo con la metodología de investigación, los contenidos totales se determinaron por medio de Espectrometría con fluido frío para mercurio y horno de carboncillo para Pb y Cd, y la disponibilidad se determinó mediante un método de extracción con (CaCl₂). Los resultados para cadmio mostraron que el departamento de Antioquia presentó los promedios más altos, con $2,33 \pm 5,75$ mg/kg, seguido por Bolívar con $1,02 \pm 1,51$ mg/kg y Chocó con $0,53 \pm 0,29$ mg/kg. Siendo los suelos del departamento de Antioquia presentaron la mayor concentración de Pb-t, con 1.533,19 mg/kg, mientras que los suelos del departamento tuvieron el máximo valor registrado para Cd-t, 33,20 mg/kg. De acuerdo con los valores observados, el departamento de Antioquia tiene el mayor porcentaje de sitios -un total de 32,84%, o 22 sitios- por encima del VR del recurso suelo recomendado por el Ministerio Ambiental y Agua del Ecuador (2015), que es de 19 mg/k, y 16,42%, o 11 sitios, por superior del VMP para suelos de uso agrícola (60 mg/kg).

Bustamante et al (2023) Se estimaron cuantitativamente, el contenido de Pb, Cd, Zn, Mo en músculo, hígado, riñón, piel, y sangre de bovinos criados cerca de actividades petroleras y faenadas en las localidades de Tibú. Como Colombia carece de leyes para este tipo de cosas, lo resultante se comparó



con los valores máximos exigidos por la UE y el Codex Alimentarius. Con excepción del Zn, que tenía mayores cantidades en Yondó, en general observamos que Barrancabermeja tenía mayores concentraciones de todos los metales que Yondó. Cantidades significativas de muestras de riñón (75 y 15%), hígado (90 y 50%) y músculo (86 y 90%) de Yondó y Barrancabermeja excedieron los valores permitidos de Pb establecidos por la UE y el Codex Alimentarius. Resultados comparables se muestran con el Cd en Barrancabermeja, donde los niveles son 85%, 10% y 100% superiores a las normas de la UE en riñón, hígado, y músculo, además que en Yondó, todas las muestras de hígado y músculo son 65% y 100% superiores a las directrices de la UE, respectivamente. Se descubrió que, para el municipio de Tibú, los límites exigidos de Pb, Zn, Cu y Cd se sobrepasaban en el 85% de los puntos de hígado, el 70% de riñón, el 60% en músculos, el 88% de las de sangre y el 45% de las de piel. Por lo tanto, se puede decir que el uso de vísceras y carne de res en Yondó, Barrancabermeja, y Tibú, exhibe un gran peligro para la salubridad debido a la contaminación por metales. Además, los animales expuestos a concentraciones tóxicas de Pb y Cd o a valores subóptimos de micropartículas (como Co, Cu, y Zn) pueden experimentar consecuencias negativas como alteraciones en la reproducción, anormalidades fisiológicas, cambios en el comportamiento o incluso la muerte.

2.1.2. Antecedentes nacionales

El informe presentado por Veliz (2022) En San José de Quero, Concepción, la empresa minera Azulcocha evaluó sus pasivos ambientales en 2022 empleando el análisis del impacto de metales en suelos de forrajes de Trébol Rojo y Centeno Italiano. El estudio utilizó, apegado al método de



investigación científica deductiva. Se muestrearon tres localidades para el cultivo de forrajes utilizados como alimento de vacas lecheras. Bajo la dirección del Laboratorio ICP-AA de CERPER CERTIFICACIONES DEL PERU S.A., las muestras fueron colectadas y sometidas a análisis de espectrometría por plasma conectado inductivamente. Los resultados mostraron que en el suelo se encontraron los siguientes elementos: manganeso (506,600 mg/kg), zinc (477,000 mg/k) y elarsénico (35,53 mg/kg), que fue el valor más bajo.

En cambio, Juárez (2020), además de examinar los valores de bioacumulación de cadmio, plomo, y cromo a 2 profundidades del suelo (0a20 y 20a60 cm), también se examinaron las relaciones de ocho puntos de monitoreo con el pH, el contenido de material orgánico, el potencial de intercambio catiónico y la concentración de arcilla. Las conclusiones del estudio mostraron que los 3 metales pesados investigados, incluido el pb, presentaban valores muy dispares, que oscilaban entre 56,0 y 129,0 cmol(+). Los valores de cadmio oscilaban entre 7,90 y 19,90 mg kg⁻¹, lo que es bastante elevado.kg⁻¹, y entre 14,5 y 27,0 cmol(+) para el cromo.kg⁻¹. que fueron superiores a las normas de calidad (ECA) permitidas por el [MINAN] (2017) para suelos agrícolas, que son 71 mgPb*kg, 1,5 mgC*kg y 0,5 mgCr.kg, respectivamente. Se utilizaron regresiones y correlaciones lineales para comparar cuantitativamente cómo interactuaban los metales pesados con los parámetros del suelo.

Por otro lado, Diaz et al. (2021) analizaron los parámetros edáficos en los suelos en el caserío La Beendiza de la localidad de Jesús, de la provincia de Cajamarca, para estimar el contenido de metales Pb, Cr, Cd, Zn, Cu. Se



seleccionaron tres suelos utilizados para el cultivo de coles pesadas, debido al uso generalizado de fertilizantes y plaguicidas químicos, particularmente los primeros por sus incidencias negativas en la salubridad humana. Se recogieron diez muestras de cada zona para crear una muestra combinada, que luego se mezcló para obtener 1 kilogramo para el ensayo conveniente. Lo resultante del análisis se evaluó e interpretó en base a las normas nacionales vigentes. Para características como el cobre y el zinc que no están incluidas en la norma nacional, consulte la Norma Canadiense y el ECA Suelo, y el D.S. N° 0005-2022-MIDAGRI. Los valores medios de las características del suelo fueron 7,68 para el pH, conductividad eléctrica de 0,44 dS/m, materia orgánica de 1,36%, y CEC de 10,73 meq/100 g de suelo. La totalidad de suelos analizados tenían una textura liviana, similar a la franco arenoso. En comparación con el Suelo ECA, en los tres campos se encontraron concentraciones máximas de cadmio (3,75 ppm), plomo (4,22 ppm), cobre (12,42 ppm), cromo (0,25 ppm), y zinc (62,48 ppm). Estos valores indican que el único metal que superaba esta norma era el cadmio. No obstante, la figura de los demás metales, aunque en cantidades más bajas debido a su condición de no biodegradables y bioacumulativos, supone un riesgo para la salubridad de los que consumen.

Soto et al. (2020) examinaron los niveles de As, Pb, Hg, Cd, y en suelos y elementos agrícolas (yuca y plátano) de regiones desamparadas por la minería del oro en el sureste de la Amazonia. Según el órgano del cultivo (raíz, tallo, hoja y fruto), se examinó el contenido y bioacumulación de metales en su técnica de estudio. Se descubrió que mientras los contenidos de Cd, As, y Pb eran mayores en los cultivos contaminados, el contenido de Hg en el

suelo eran idénticas en las cultivos infectados y no contaminados. En los cultivos contaminados, la yuca y el plátano presentaban mayores cantidades de Pb, As, y Cd. Las raíces y los tallos de la yuca presentaban una concentración significativa de plomo y arsénico ($> 2,8$ mg/kg). Los frutos del plátano presentaron las cantidades mínimas de todos los metales examinados ($< 0,02$ mg/kg). La yuca en lugares contaminados mostró un alto nivel de acopio de Pb y As. Las raíces de la mandioca presentan contenidos de As y Pb superiores a los sugeridos por la OMS/FAO. Por estos conocimientos, para prevenir la toxicidad para los seres humanos, es crucial evaluar, supervisar y regular la comercialización de elementos cultivados en las regiones que han quedado tras la extracción de oro.

2.1.3. Antecedentes regionales

El artículo presentado por los autores Quispe et al. (2019) examinó el contenido de Pb, Cr, y Cd en sedimentos de la microcuenca del río Coata; como parte de su metodología de investigación, se realizaron muestreos in situ en el río Coata en 5 lugares diferentes (P-01 a P-05), que van desde la desembocadura del río en el lago (P-5) hasta el puente Independencia (P-1). Se obtuvieron los siguientes resultados: 0,20 mg/kg de Cd, 4,20 mg/kg de Cr, y 3,63 mg/kg de Pb, así como 27,40 mg/kg de Cr, 0,60 mg/kg de Cd y 17,40 mg/kg de Pb, fueron las menores y mayores cantidades detectadas, respectivamente. Una parte de los valores más bajos descubiertos son superiores a los niveles más bajos permitidos especificados en las Normas de Calidad del Suelo del MINAM de Perú. Las actividades antropogénicas que afectan a las aguas servidas de Juliaca, Perú, se encuentran entre las posibles



razones de la contaminación encontrada. Utilizando el método EPA, se cuantificaron estos elementos.

Por otro lado, Coila (2024) Una parte de los valores más bajos descubiertos son superiores a los niveles más bajos permitidos especificados en las Normas de Calidad del Suelo del MINAM de Perú. Las actividades antropogénicas que afectan a las aguas servidas de Juliaca, Perú, se encuentran entre las posibles razones de la contaminación encontrada. Utilizando el método EPA de absorción atómica, se cuantificaron estos elementos. Lo resultante del análisis mostraron que los metales estaban presentes en el agua del riego como en el suelo agrícola, presentando el arsénico una mayor concentración en el agua de riego (0,381% mg/l) y el plomo y el arsénico los valores más altos de 26,06 mg/kg y 28,06 mg/kg. En el agua de riego y en la superficie agrícola se encontraron niveles inferiores a los límites exigidos, según los decretos supremos N° 004-2017 y N° 002-2013 del MINAM, respectivamente. En consecuencia, el estudio demuestra que los residuos mineros han contaminado la región Llalli con metales pesados.

Humberto et al. (2022) para estimar la presencia de metales procedentes de la minería artesanal en San Antonio de Putina, Sandía y Carabaya. Se recogieron diez muestras en el municipio de La Rinconada y se examinaron específicamente para el análisis de mercurio utilizando el equipo Milestone DM 80. Siete muestras de agua se recogieron cerca de las operaciones en las tres provincias y se evaluaron utilizando equipos de espectrometría de plasma (ICP). El 1er grupo mostró (Al) en valores de 7,78 a 65,2 mg/L; (Fe) con valores de 35,2 a 270 mg/L; (Cr) en un valor de 0,13



mg/L; manganeso (Mn) fluctuando en 0,3005 a 6,4081 mg/L, mercurio (Hg) con valores de 0,0123 a 0,1202 mg/L; y níquel (Ni) con valores de 0,3218 a 1,2247 mg/L. Cinco de las 6 muestras presentaban metales que superaban las normas de calidad para el agua de riego y el consumo de animales. En La Rinconada, las cuales trabajan mas de 300 contratistas con aproximadamente 20.000 personas, los análisis lanzaron resultados que oscilaban entre 0,0012 y 0,0177 mg/L de Hg, por encima de los niveles permitidos según las normas nacionales e internacionales. Lo resultante demuestran las incidencias perjudiciales para las biotas y la salubridad humana en las zonas circundantes.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Suelo

Según las definiciones científicas, el suelo es la combinación suelta de desechos minerales que se encuentra en las capas superficiales del planeta. En él influyen una serie de factores externos conocidos, como los factores de formación, que dependen de la clase de material, los microorganismos y la pendiente, así como los factores climáticos, representados por la temperatura, las precipitaciones, la humedad atmosférica y la evapotranspiración, y que actúan a lo largo del tiempo. Según Hillel (1998), el suelo además se describe como un método que se ha desarrollado de forma natural de la secuela del efecto de la atmósfera por los estratos inferiores, con cierta incidencia del clima en el ciclo del agua del mundo.

Del mismo modo, el suelo es el medio de crecimiento forzoso para los distintos seres vivos que lo viven. Además de su importante función en el ecosistema, el suelo se considera un reactor biofísico y químico que



descompone los materiales orgánicos de desecho que se reincorporan al suelo. El suelo es la fina capa elevada de la tierra que grafía de la litosfera, ubicada entre la superficie y el lecho de rocas, según las definiciones medioambientales. El suelo está conformado por compuestos minerales, material orgánico en degradación, aire, flujo hídrico y diversos seres vivientes. En consecuencia, es el sustrato básico del medio biótico que se ha forjado en la superficie de la tierra y es capaz de sustentar el crecimiento de una diversidad de plantas, así como la mayor parte de las actividades naturales humanas. También desempeña un papel elemental en la relación entre el suelo, el aire y los recursos hídricos, dependiendo de la clase de empleo que se dará (Hillel, 1998).

2.2.2. Suelo agrícola

Cuando hablamos de tierra agrícola, nos referimos a una clase específico de suelo que cumple ciertos requisitos. Entre ellos, ser un depósito de diversos nutrientes, como NH_4^+ , NO_3^- , H_2PO_4^- , K^+ , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl y Na^+ , así como de otros elementos químicos, como Fe^{2+} , Mn^{2+} , y Cu^{2+} que son necesarios para los cultivos en cantidades menores. La fertilización, el proceso de aportar nutrientes a los lugares con mayor demanda o carencia, puede potenciar estos nutrientes. Dado que algunos de estos compuestos tóxicos pueden ingresar a la cadena alimenticia mediante los alimentos que se cultivan, los fertilizantes que se echan al suelo no deberían ser peligrosos, y mucho menos venenosos. Para que se considere apropiado para uso agrícola, el pH, la textura y la conductividad eléctrica son otros de los elementos que deben estar bajo control. Cuando estos 3 parámetros se encuentran en niveles adecuados, los cultivos crecen más sanos y producen



mejores cosechas que el ser humano puede utilizar sin problemas. Así se obtendrán productos más duraderos y resistentes a las asperezas del tiempo y a otros elementos externos que pueden afectar a la productividad agrícola (Bembibre, 2011).

2.2.3. Suelo contaminado

El suelo que exhibe contenidos de parámetros elevados a su potencial de amortiguación se considera contaminado, ya que puede afectar negativamente al ecosistema del que forma parte y a su estructura y función generales. Las causas de la contaminación incluyen tanto las provocadas por el hombre (industria, agricultura y minería, entre otras) como las naturales (material parental, incendios y erupciones volcánicas). Volke et al. (2005) afirman que una sustancia «cuyas propiedades han sido afectadas negativamente por el contenido de elementos químicos peligrosos procedentes de la actividad humana, en un contenido tal que suponen un peligro latente para la salubridad humana o el medio biótico» (Díez, 2008) es lo que se considera regulado en España.

La presencia de xenobióticos, o sustancias ajenas al cuerpo humano, u otras alteraciones del medio natural del suelo son las causas de la contaminación del suelo. Normalmente, las afecciones son la eliminación inadecuada de residuos, los pesticidas utilizados en la agricultura y las actividades industriales. El PNUMA afirma que los plaguicidas y otros contaminantes orgánicos persistentes, metales como el pb o el hg, y medicamentos como los antibióticos utilizados para el manejo del ganado son



los primordiales contaminantes que se presenten en la tierra y el suelo (Nunez, 2024).

Todo lo que es líquido o sólido y extremadamente peligroso para la salud humana se considera suelo contaminado. El vidrio, las latas, los plásticos y otros materiales son las primordiales bases de contaminación del suelo. En la actualidad, los fertilizantes sintéticos, los herbicidas y los insecticidas son algunos de los productos utilizados en la agricultura que pueden contaminar el suelo. Aunque estos productos son beneficiosos, su uso excesivo puede modificar el suelo y disminuir la productividad. Los pesticidas de larga duración, por su parte, tienen la capacidad de acumularse en las cadenas alimentarias, volviéndose peligrosos para las personas, acabar con las especies beneficiosas y perturbar el equilibrio natural. Así mismo, sabemos que el deterioro del suelo y disminución del potencial de producción son consecuencia de la salinización del suelo provocada por el riego frecuente y de mala calidad (Juliño Carliño, Ocaña Segura, & Concha Iglesias, 2021).

2.2.4. Metales pesados

Tradicionalmente, el «metal pesado» se ha utilizado para analizar un grupo de elementos artificiales que se han relacionado con distintos efectos como la contaminación, la nocividad y los efectos tóxicos inducidos en el medio ambiente. En la actualidad, ninguna sociedad lógica u organismo autorizado ha definido los «metales pesados», a pesar de algunas explicaciones escritas sobre los componentes basadas en el grosor o la masa nuclear. Sin embargo, pocas revisiones bibliográficas tienen en cuenta los «metales pesados» como algo más que diversos componentes que en



realidad son elementos metálicos además de a los semimetales, ocasionalmente a una porción de su combinación, y ocasionalmente incluido a ciertos no metales (aparte de los metales comunes fáciles y los metales de tierras solubles). Al, As, (semimetál), Cd, Ba, Be, Co, Cu, Cr, Fe, Sb, Hg, Mn, Ni, Mo, Pb, Ag, Se (no metál), Va, Ti, y Zn son algunos de los metales clasificados como pesados (Duffus, 2002).

En biología, el término «metales pesados» suele referirse a los contaminantes de origen natural y a los efectos que tienen sobre todos los elementos de este ecosistema. Por ello, es fundamental aclarar que, a pesar de sus efectos negativos, en ocasiones asumen responsabilidades permanentes o esenciales (Lezcano, 2008).

La definición completa de «metales pesados» sigue siendo objeto de controversia, ya que los científicos siempre están debatiendo y discutiendo sobre ella. « es un metal con una gravedad evidente $> 6 \text{ g/cm}^3$ » es la definición, que depende de una gravedad inequívoca. En cualquier caso, esta definición es inútil para el estudio, ya que algunos elementos metálicos pueden tener efectos venenosos o perjudiciales para los ecosistemas y los seres vivos. En consecuencia, debería utilizarse otra definición de «metales pesados»: grupo de metaloides asociados con contaminantes. (Cornelis & Nordberg, 2007).

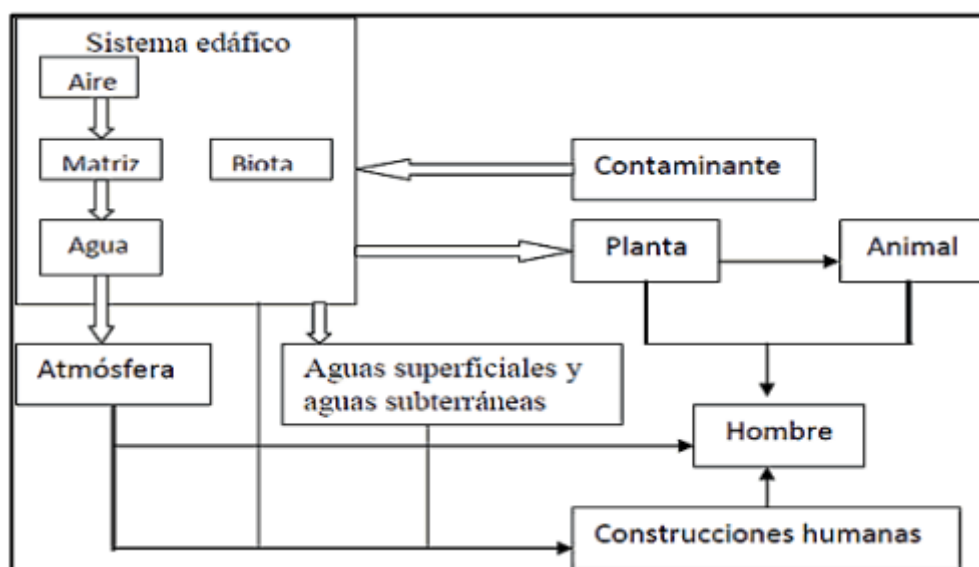
2.2.5. Movimiento de los metales pesados

Uno de los primordiales recipientes de una amplia gama de compuestos considerados como posibles contaminantes es el suelo. El suelo sirve de «estación para el tránsito» para la totalidad de contaminantes que son

discretos durante largos lapsos de tiempo debido a su posición como interfaz entre la biosfera, compuesta por la masa de suelo, la biomasa del mar y los seres humanos, la litosfera, compuesta por el suelo y los sedimentos de la corteza, la hidrosfera, compuesta por el agua, y la atmósfera, compuesta por las distintas funciones de la atmósfera. Esto aumenta la probabilidad de que los contaminantes acaben degradándose o descomponiéndose y pierdan su condición de contaminantes o se incorporen a otros medios y pasen a formar porción de las redes tróficas (Figura 1), con los peligros que su aspecto supondría (Fernández R. , 2012).

Figura 1

Desplazamiento de contaminantes en el suelo en sistemas planta-animal-humano



Nota. Tomado de Fernández (2012).

2.2.6. Metales pesados con alta toxicidad

- a) **Cadmio (Cd):** Los alimentos y el flujo de agua son primordiales fuentes de exhibición al cadmio para las personas, ya que diminutas partículas del elemento pueden penetrar en el sistema respiratorio y provocar



enfermedades, sobre todo en individuos que trabajan en la industria del cadmio o están expuestos al humo del tabaco. Aunque estos rangos de absorción son diferentes en los animales, no lo son tanto como en los seres humanos. Los cereales, las hortalizas y los tubérculos (patatas) se encuentran entre plantas de la dieta de plantas que exhiben una notable acumulación del Cd. Su alto contenido en fibra también los hace más susceptibles al mineral (Londoño et al., 2016). Dado que el Cd no es «un metaloides fundamental para los seres vivos», tanto esta sustancia como sus derivados son excesivamente peligrosos. Aunque la corteza terrestre no contiene mucho cadmio, ciertos suelos pueden acumular grandes cantidades del elemento porque las rocas que formaron el suelo incluían cadmio de forma natural. Debido a su origen como subproducto del crecimiento industrial, como la minería y el procesamiento metalúrgico de metales, que está dañando gradualmente muchos ecosistemas, el cadmio era más frecuente en el medio ambiente a finales del siglo XX (Zapata, 2019).

- b) Cromo (Cr):** componente químico de número 24 y peso 51,976, representado por el símbolo Cr. Este metal pesado tiene el aspecto de un blanco plateado y es quebradizo y rígido. El medio ambiente contiene cromo, que se exhibe de manera natural en una diversidad de alimentos como oligoelementos (Cr III). Cuando el cromo alcanza su modo tóxico (Cr VI), se convierte en un contaminante alimentario y puede transferirse a las personas a través del consumo de alimentos que contengan elevados contenidos de cromo. Además, muy disperso en la naturaleza, el cromo puede encontrarse en diversos estados de oxidación, así como



las rocas, suelo, y hidrico, el polvo y los gases generados por erupciones volcánicas. Las fuentes naturales de cromo trivalente (Cr III) son los cereales integrales, los frutos secos, las frutas y verduras frescas, la carne, el marisco, los huevos y los cereales integrales. También es fundamental recordar que el cromo, que afecta a la forma en que se metabolizan las proteínas, las grasas y los carbohidratos, es necesario en cantidades traza para mantener una buena salud, ya que aumenta la acción de la insulina. (Rodríguez, 2017).

- c) Mercurio (Hg):** Es un componente químico con el # atómico 80 en la tabla periódica y el símbolo Hg. Debido a sus cualidades especiales, es un metal líquido a temperatura ambiental y se ha empleado históricamente en muchas aplicaciones diferentes. El hg es el metal que puede encontrarse en estado líquido a temperatura y presión ordinarias. Es un componente químico del conjunto de los metales de transición. Su nombre se debe a la deidad romana Mercurio, que destacaba por su rapidez y movilidad, comparables a la fluidez del metal líquido (QuimicaIndustrial.cl, s.f.).
- d) Plomo (Pb):** es un metaloide azulado gris, con un peso de 208, un número de 83 y una tendencia a perder brillo al exponerse al aire. Su robustez, tenacidad y facilidad de fusión lo convierten en un material ideal para su uso en la construcción de escaleras. Este elemento pertenece al mismo grupo que otros metales radiactivos como el torio - uranio. Los llamados minerales comercializables tienen contenido de plomo, aproximadamente un 3%, pero el 10% es más típico. El contenido de plomo de los minerales puede alcanzar hasta un 40% o más antes de

la fundición. La corteza terrestre contiene plomo «en casi todas las rocas; la galena es común y no tiene valor, es decir, no es requerido por los seres vivos» (p. 7). Del mismo modo, el plomo (Pb) no es necesario para el desarrollo de las especies, pero está presente en el suelo, se disuelve en la solución del suelo y es consumido por los vegetales. El Pb tiende a acumularse en la superficie del suelo o en la capa arable. Por el inverso, las especies con raíces considerablemente más hondas verán aumentada la absorción y solubilidad del pb en el suelo cuando el pH aumente. Las especies vegetales con raíces menos profundas están más exhibidas a cantidades comparativamente mayores. (Zapata, 2019).

- e) **Zinc (Zn):** Las aguas suelen contener la mayor parte de zinc. Las aguas marinas suelen tener concentraciones de zinc entre 0,6 y 5 µg/L. Las concentraciones de zinc en ríos y cursos de agua suelen oscilar entre 4 y 11 µg/L. Cultivos o crecimiento verde, 21-701 mg/kg; residentes marinos u oceánicos, 100-800 mg/kg; 3-26 ppm; mariscos, y langosta, 8-40 mg/kg. Esta sustancia es un oligoelemento fundamental para todos los elementos vivos. Es un ingrediente en más de 200 combinaciones metabólicas y metal enzimas (Veliz avila, 2022).

2.2.7. Propiedades del suelo y metales pesados

La cantidad de material orgánico en degradación, el potencial de los coloides para intercambiar cationes y además otras propiedades de los suelos que los distinguen en términos de gestión de contaminantes influyen en la cantidad de metales disponibles en el suelo. La movilidad y disponibilidad de los metales pesados, con la excepción del arsénico, el molibdeno y el selenio, disminuyen con el aumento del pH, dando lugar a los precipitados de dichos



minerales que adoptan la manera de hidróxidos o favoreciendo la creación de complejos orgánicos disponibles (Smith, 1996).

La contaminación del suelo por metaloides puede permanecer durante mucho tiempo o, para ser más exactos, durante muchísimos años. Cantidades mínimas de metales en el suelo se depositan en determinados lugares de adsorción, donde quedan fuertemente ligados por los coloides orgánicos y no orgánicos del suelo (Sauvé et al., 2000). Una acumulación de metales en el suelo que alcance niveles peligrosos podría perturbar el desarrollo normal de los vegetales cuando los niveles de metales aumentan continuamente (Vera, Uguña, García, Flores, & Vázquez, 2015).

2.2.8. Peligrosidad de los metales pesados

Según el Observatorio (2017), hay una serie de consecuencias asociadas a los suelos contaminados, entre las que se incluyen importantes pérdidas de recursos naturales y financieros, así como un peligroso peligro para la salud humana. A continuación, se enumeran los principales riesgos que pueden aparecer en los suelos contaminados:

a. Riesgo toxicológico para la salud:

Los riesgos que suponen para la salubridad poblacional incluyen perjuicios tópicos, como problemas cutáneos en quienes manejan elementos contaminados o entran en contacto con dichos metales, problemas fisiológicos y metabólicos provocados por el consumo de elementos cultivados en áreas contaminadas, y problemas alérgicos y respiratorios causados por la inhalación. Pueden pasar varias décadas antes de que se manifiesten los posibles riesgos que puede provocar una explosión, un



incendio, la corrosión de un edificio o la alteración de las características mecánicas del suelo. Cada metal tiene una zona de acumulación preferente y un modo de acción, como todo elemento químico que contamina el medio ambiente. En este sentido, el plomo, por ejemplo, puede repercutir en varios sistemas. Daña las neuronas cerebrales, lo que deteriora el sistema nervioso. El plomo también es tóxico para la médula ósea y otros órganos en los que suele estar presente, sobre todo los riñones, donde pone en peligro el sistema de nefronas (Eróstegui, 2009).

El cadmio es otro metal que perjudica al riñón. El arsénico, por su parte, no es estrictamente un metal, pero contamina, lo que significa que afecta directamente a las mitocondrias. Dependiendo de cada metal, son muchos los daños que pueden producirse, principalmente La intoxicación por plomo puede imitar la esclerosis múltiple, una enfermedad degenerativa con una sintomatología compleja. La ingestión excesiva de plomo también afecta al sistema nervioso, provocando parestesias, fatiga y otros síntomas, así como disfunciones generales. Otro efecto destacable de la exposición al plomo son las asociaciones que aumentan la probabilidad de comportamientos antisociales y problemas de retraso mental derivados del deterioro cognitivo. En cuanto a los riñones, acaban provocando insuficiencia renal (Eróstegui, 2009).

b. Peligros respecto al medio ambiente

Además Eróstegui (2009) Las repercusiones negativas sobre el ecosistema son importantes. Según su concentración, los metales pesados alteran la alcalinidad del suelo, lo que contamina los cultivos vegetales y el agua



accesible. La sobreabundancia de plomo puede provocar graves variaciones en los vegetales porque deteriora el suelo, lo que disminuye la producción agrícola. La contaminación excesiva puede apresurar el proceso de desertización. Tiene una incidencia significativo sobre la fauna actual a grados de hídricas, como ríos y lagos. Cuando hay una cantidad excesiva de contaminantes por metales en el ecosistema, puede tener una incidencia silenciosa, casi no perceptible, que no es visible a simple vista. Cuando finalmente se detecta el daño, suele ser demasiado tarde porque los efectos del contaminante han sido desastrosos y suponen un grave riesgo para la salud humana. Actualmente se están aplicando políticas intrigantes en este ámbito, pero sólo unos pocos países desarrollados pueden permitirse aplicarlas con el rigor necesario debido a sus elevados costes

2.2.9. Disponibilidad de los metales pesados en el suelo

Además, Fernández (2012), afirma que pueden existir en el suelo en las siguientes maneras distintas:

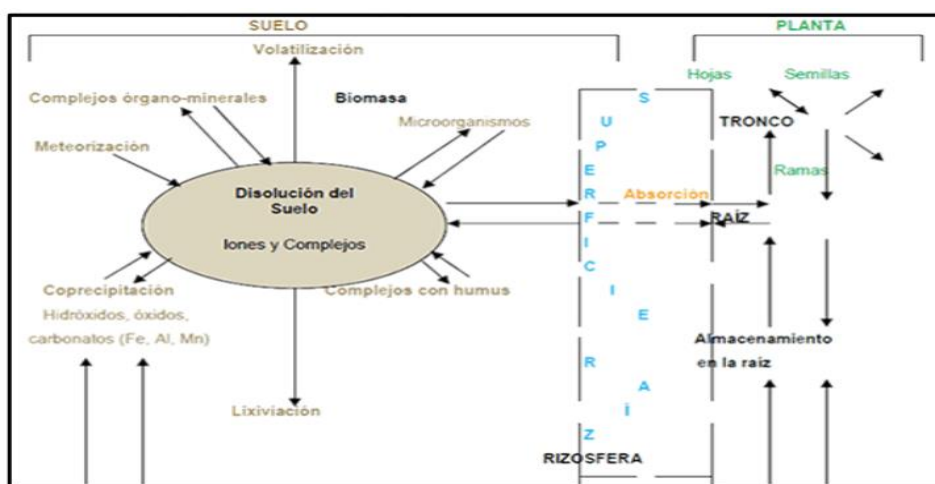
- En forma soluble en la solución de la tierra.:
- Incluyendo iones intercambiables en la dificultad de intercambio.
- En combinación con sustancias orgánicas para generar moléculas intrincadas.
- En forma adsorbida en los óxidos y los hidróxidos de Mn, Fe, y Al.
- En los minerales secundarios que constituyen los principales constituyentes del suelo.

2.2.10. Los metales pesados y su conducta en el sistema suelo-planta

pérdidas por lixiviación o lavado, erosión en variadas formas de volatilización, Fernández (2012) afirma que debido a que el sistema suelo-planta es una operación abierta, es susceptible al consenso de diversos elementos, incluyendo contaminantes, fertilizantes y plaguicidas. Además, existe una influencia discernible que comienza en el suelo prosigue mediante las raíces, dependiendo de otros elementos como la clase de suelo, temperatura, aireación, pH, redox y la fertilización, la especie vegetal, la fase de desarrollo y la clase de sistema radicular, etc. vegetales que tienen la capacidad de utilizar sus raíces para absorber grandes cantidades de nutrientes. Cuando se ingieren, los iones de metales pesados tienen el potencial de propagarse por toda la planta, Los componentes adsorbidos suelen atravesar las plantas en el siguiente proceso $Cd > B > Zn > Cu > Pb$.

Figura 2

Movimiento de los metales pesados dentro del sistema suelo-planta



Nota. Tomado de Fernández (2012).

- Pueden estar adsorbidos, complejados, precipitados o accesibles en la solución del suelo.



- Las plantas tienen el potencial de absorberlos y posteriormente incorporarlos a las cadenas alimentarias.
- Pueden encontrarse en la atmósfera gracias al proceso de volatilización.
- Tanto las aguas superficiales como las subterráneas son capaces de transportarlos.

Un metal pesado que entra en el suelo como contaminante libera una cascada de acontecimientos físicos, químicos que repercuten no sólo en el sistema edáfico, sino también en los demás elementos del ecosistema, siendo la cadena trófica la más afectada. Por lo tanto, es fundamental conocer las características del contaminante, del contexto recipiente y su ambiente, los mecanismos que rigen la acción del contaminante y el proceso por el que se origina una consecuente transferencia a los vegetales para evaluar la incidencia ambiental causado por los metales cuando se convierten en contaminantes suelo-planta.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Contaminación

La existencia de componentes peligrosos tanto en climas naturales como artificiales -ya sean químicos, físicos u orgánicos- perjudica a todos los seres vivos, incluidos los humanos. La actividad de las personas es la primordial responsable de la degradación ecológica, como cuando se liberan a la atmósfera compuestos que debilitan la capa de ozono o cuando se hace un uso excesivo de artículos de uso común (Espasa, 1997).



2.3.2. Actividad minera

Es el conjunto de tareas relativas a la identificación y recuperación de minerales del suelo y del subsuelo. La exploración es la etapa inicial de esta actividad; permite localizar lugares que poseen recursos minerales y evaluar la cantidad y calidad del mineral (EITI-RD, 2024).

2.3.3. Zonas de pastoreo

Se trata de lugares donde el ganado y otros animales herbívoros pueden pastar. Gracias al acceso a pastos naturales o cultivados, estos lugares sirven de comederos para los animales. La cantidad y el tipo de vegetación de las zonas de pastoreo pueden variar, para resguardar la salubridad de los animales y la sostenibilidad del ecosistema (Somex, 2022).

2.3.4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) - suelo

Las ECA para Suelos son aplicables para los factores vinculadas con las actividades extractivas y de los servicios y sirven de guía necesaria para el diseño e implantación de herramientas de gestión ambiental (MINAM, 2010).

2.3.5. Muestra

Se recolectan uno o más trozos de un volumen de agua en redes de abastecimiento público, efluentes o descargas industriales, cuerpos receptores, vertederos u otros lugares para analizar sus características químicas, físicas o biológicas (Barreto, 2010).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de investigación

De acuerdo con Hernández R. (2006), el presente estudio utilizó un diseño no experimental descriptivo transversal correlacional. debido a que las variables independientes se analizaron sin más y no se modificaron intencionalmente durante la investigación.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque analiza, extrae y recoge toda la información la cual nos permitió conocer la calidad actual del suelo en función a la concentración de metales pesados.

3.3. Nivel de investigación

Según Hernández R. (2006), el nivel de investigación es descriptivo no experimental ya que las características de la población de estudio y los datos se reportaron exactamente como se obtuvieron en un solo instante.

3.4. Diseño estadístico

ANOVA

El Análisis de Varianza (ANOVA) es una técnica estadística que consiente cotejar las medias de tres o más grupos para estimar si existen variaciones



significativas entre ellas. Esta basada a la degradación de la variación total en dos elementos: la variabilidad entre los grupos, que mide las diferencias debidas a la variable independiente, y la variabilidad dentro de los grupos, que mide la variabilidad no explicada. El estadístico F, calculado como la razón entre estas dos varianzas, se utiliza para evaluar la hipótesis nula de que todas las medias son iguales. Si el valor p asociado al estadístico F es menor que el nivel de significancia (0.05), es rechazada la hipótesis nula. El ANOVA es ampliamente utilizado en investigaciones científicas para analizar datos y extraer conclusiones sobre las diferencias entre grupos. (Fisher, 1920)

3.5. Enfoque de investigación

Dado que los datos se interpretaron a partir de la muestra y que la información se recogió mediante muestreo del suelo, se adoptó un método cualitativo nominal.

3.6. Procedimiento metodológico

3.6.1. Determinar las zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata.

Para determinar las zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales en la localidad de Cojata, se siguió el siguiente procedimiento metodológico que combine técnicas de muestreo y análisis de laboratorio. A continuación, se describe un procedimiento metodológico detallado:

a. Revisión bibliográfica y planificación

- Primero se obtuvo información preliminar sobre la zona de estudio, las formas de contaminantes y las técnicas de análisis.

- Se realizó estudios previos y literatura científica sobre la contaminación por metales en zonas de pastoreo.
- Se identificó las fuentes viables de contaminación en el distrito de Cojata (minería y etc.).

b. Diseño del estudio y selección de sitios de muestreo

- Se seleccionó las áreas de pastoreo en función a las indagaciones y entrevistas que realizamos con los dueños de estos terrenos, y de acuerdo a las indicaciones procedimos a medir el terreno que tiene una distribución uniforme cuyos datos fueron:

Largo: 277.8 m

Ancho: 18 m

Haciendo 5000 m^2 y esto equivale a 0.5 Hectáreas (Ha) de área de potencial interés y en base a la guía de muestreo Tabla 05 nos indica que para un área de 0.5 Ha, corresponde 06 puntos de monitoreo

Figura 3

Medición de la zona de interés



Nota: Largo de la zona de interés

- Luego se delimitó el área de estudio utilizando mapas y sistemas de información geográfica (SIG), a su vez se planificó y delimitó la zona de excavación.

Figura 4

Planificación y delimitación para la excavación



- Se identifico los puntos de monitoreo y en base a la guía de muestreo de suelos se eligió el patrón de muestreo azaroso simple que es sugerido para zonas homogéneas, además se aplicó el patrón de muestreo con distribución uniforme en forma de rejillas regulares.

Figura 5

*Calicatas de dimensiones 30 cm * 60 cm*



Nota: las dimensiones de la calicata están en función de la normativa

3.6.2. Determinar los niveles de concentración de metales pesados tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata.

Se siguió los siguientes procedimientos:

a. Ubicación de la zona de estudio

- La ubicación de la región en estudio, de los puntos de muestreo y/o localización esta detallada en la siguiente tabla y figura de las cuales se establece lo siguiente:

Tabla 2

Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación.

Puntos de muestreo	Ubicación	Coordenadas		Fecha de muestreo
		Este	Norte	
P-1	Cojata	264125	77070504	27/06/2024
P-2	Cojata	264135	77070631	27/06/2024
P-3	Cojata	264143	7007063	27/06/2024
P-4	Cojata	1422989	7879779	27/06/2024
P-5	Cojata	1423002	7879771	27/06/2024
P-6	Cojata	1423009	7879774	27/06/2024

Nota: Puntos de muestreo en base a la guía de monitoreo de suelos

Los puntos de muestreo como se puede ver en la tabla son 06 puntos de muestreo que fueron escogidos de manera aleatoria y en función a las indagaciones que se realizó con los pobladores de la zona y familiares que habitan en estas zonas de pastoreo.

Figura 6

Puntos de muestreo de la investigación.



Nota: Distribución en forma de rejillas de puntos de muestreo

b. Toma de muestra

Se eligió el patrón de muestreo de aleatorio simple porque tenemos un área de 5000 m² y este patrón es particularmente dugerido para áreas homogéneas inferiores a 5 hectáreas con delimitaciones visibles debido a su capacidad para eliminar sesgos, asegurar una representación estadística válida y proporcionar una manera sencilla y flexible de recolectar datos. Este método es ideal para obtener una evaluación inicial precisa de la contaminación del suelo, permitiendo una toma de decisiones informada sobre la necesidad de estudios adicionales o medidas de remediación. Además, se aplicará el patrón de muestreo con distribución uniforme (rejillas regulares)

Para tomar muestras de suelo se considera lo siguiente:

- Se tomo las coordenadas de las zonas de monitoreo
- Se realizo la limpieza de la zona de malezas, piedras, etc.
- Se alcanzo las muestras con el azadón y se eliminó los bordes con el apoyo de un cuchillo y espátula.

- Se deposito la parte separada en un balde y se repitió todo lo anterior en cada punto del muestreo.
- Al finalizar, en una manta limpia se tendió las muestras recolectadas en los baldes para poder combinar de forma homogénea.
- Se realizo un cuarteo y así alcanzar la muestra.
- Se reservo la muestra en una bolsa ziploc nueva y se colocó la etiqueta para su identificación.
- Posteriormente las muestras se trasladadas al laboratorio acreditado ALAB de Arequipa para su análisis.

Figura 7

Muestras tomadas para su análisis.



Nota: Las muestras fueron llevadas al laboratorio para el análisis

c. Etapa de laboratorio



Para analizar la concentración de metales pesados en suelos se utilizó el método de Espectrometría de Emisión Atómica. En el laboratorio acreditado por ALAB en Arequipa, se utilizó el Método EPA 3050A: Digestión Ácida de Sedimentos, Lodos y Suelos y el Método EPA 6020B(SW-846): Plasma Inductivo Acoplado - Espectrometría de Masas.

3.6.3. Explicar los posibles efectos de los metales pesados en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata en base a la literatura existente.

Para cumplir con el presente objetivo se realizó lo siguiente:

- Primero se buscó información relacionado al tema en la región de estudio.
- Luego se realizó el cotejo de datos y en base a la literatura existente y se procedió a explicar los posibles efectos de los metales pesados en los animales.

3.7. Materiales y equipos

Los materiales y equipos empleados para el presente proyecto de tesis fueron los siguientes.

a. Materiales:

- Papel toalla.
- Bolsas ziploc
- Sacos
- Balde
- Bolsas ziploc
 - Cinta adhesiva



- Plumón indeleble
- Pico
- Pala cuadrada
- Azadón
- Wincha

b. Equipos e instrumentos:

- GPS.
- Cámara fotográfica.
- Equipo espectrofotómetro.
- Equipo de cómputo.

3.8. Técnicas e instrumentos

3.8.1. Técnicas

En el estudio se utilizó las siguientes técnicas de:

- Reconocimiento de campo del área de estudio.
- Observación directa
- Revisión de investigaciones, artículos y libros.
- Métodos estadísticos, artículos y libros.

3.8.2. Instrumentos

Los siguientes recursos, herramientas o formatos (digitales o en papel) se utilizaron para recopilar, registrar o almacenar datos; se conocen como instrumentos de recopilación de información:

- Fichas del laboratorio.
- Fichas de registro de campo.
- Formatos de recolección de datos (cadena de custodia).



- ECA suelo.

3.9. Población y muestra

3.9.1. Población

Considerando la siguiente definición “La población y/o universo es el grupo de personas de los que se desea estudiar” (Hernández & Fernández, 2018). Para este estudio la población está representada por los suelos del distrito de Cojata, que Cualquier cosa que se haya utilizado para recopilar, registrar o almacenar información cuenta como instrumento de recopilación de datos, ya sea en papel u digital.

3.9.2. Muestra

Teniendo en cuenta que “La muestra es una porción de la población que se tiene en cuenta para una representación” (Hernández & Fernández, 2018).

En el presente estudio, tanto la Guía de Monitoreo y análisis de Suelos Contaminados como el D.S. N° 002-2013-MINAM recomiendan utilizar un muestreo aleatorio simple para representar la muestra, la cual consta de seis sitios de muestreo. En cada ZONA de muestreo se excavaron zanjas de suelo a profundidades de perfil que van de 0 a 30 cm. Posteriormente, se recogieron muestras de suelo de aproximadamente 1 kilogramo de peso. En total, se recogieron 6 kg de muestras de suelo en las 06 puntos de monitoreo. Seis muestras de suelo se enviaron al laboratorio de Arequipa acreditado por ALAB para su examen.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata.

De acuerdo a la revisión bibliográfica, diagnóstico y selección de áreas de muestro se estimó la siguiente zona de muestreo:

a. Ubicación de la zona de muestreo:

Departamento : Puno

Provincia : Huancané

Distrito : Cojata

Se muestra los zonas de muestreo de la zona de pastoreo que están siendo contaminadas por metales en Cojata esto debido a las diferentes actividades que se efectúan en el area y principalmente la actividad minera informal que posiblemente viene causando daños al medio ecosistemico como el agua, el suelo y también al aire por la emisión de gases contaminantes y de material particulado.

Figura 8: Puntos de muestreo de la investigación.



Nota: Puntos de muestreo en forma de rejillas

Asimismo, se muestra las coordenadas de cada zona de muestreo de la zona de pastoreo que están siendo contaminadas por metales en el distrito de Cojata.

El área encontrada en base a las mediciones de la zona de interés es: **Largo:** 277.8 m, **Ancho:** 18 m, siendo el área total de 0.5 Ha de área de potencial interés y en base a la guía de muestreo Tabla 05 nos indica que para un área de 0.5 Ha le corresponde 06 puntos de muestreo. y en base a la guía de muestreo de suelos se eligió el patrón de muestreo aleatorio simple que es sugerido por zonas homogéneas, además se aplicó el patrón de muestreo con distribución uniforme en forma de rejillas regulares.

Tabla 3

Coordenadas de los puntos de muestreo de la zona contaminada por metales pesados en el distrito de Cojata.

Puntos de muestreo	Ubicación	Coordenadas	
		Este	Norte
P-1	Cojata	264125	77070504
P-2	Cojata	264135	77070631
P-3	Cojata	264143	7007063
P-4	Cojata	1422989	7879779
P-5	Cojata	1423002	7879771
P-6	Cojata	1423009	7879774

Nota: Se muestran en la tabla los seis puntos de muestreo que se consideraron para la presente investigación.

4.1.2. Niveles de concentración de metales pesados tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata.

A continuación, se muestra los resultados del contenido de metales pesados en suelos en las 06 zonas de muestreo en el area de pastoreo del distrito de Cojata.

Punto de muestreo 01:

Tabla 4

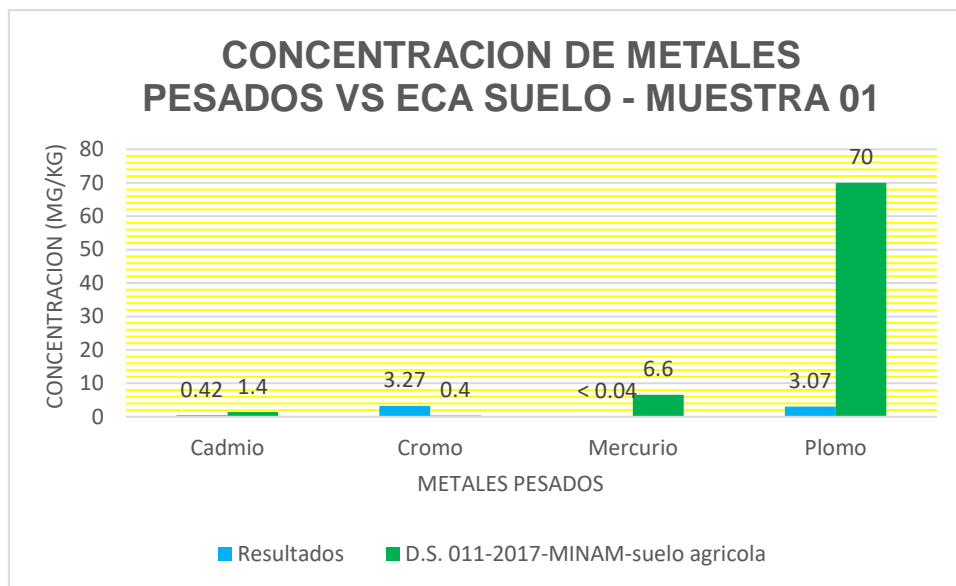
Concentración de metales pesados en el punto de muestreo 01, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.

N°	Metales pesados	Unidad	Resultados	D.S. 011-2017-MINAM-suelo agrícola
1	Cadmio	mg/kg	0.42	1.4
2	Cromo	mg/kg	3.27	0.4
3	Mercurio	mg/kg	< 0.04	6.6
4	Plomo	mg/kg	3.07	70
5	Zinc	mg/kg	15.8	**

Nota: Metales pesados en el primer punto de muestreo

Figura 9

Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 01 VS el ECA suelo.



Nota: comparación con los estándares de calidad de suelo

En la tabla 4 y figura 9, se exhiben lo rsultante del contenido de metales ¿ en el suelo de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, en el punto de muestreo 01, observándose un contenido de cadmio 0.42 mg/kg el cual se encuentra dentro del ECA a el cual nos da un valor de 1.4 mg/kg; en cambio para cromo se observa una contenido de 3.27 mg/kg este valor se encuentra por encima del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 0.4 mg/kg; por otro lado para mercurio se observa una contenido de < 0.04 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del DS (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 6.6 mg/kg y por ultimo para plomo se observa una contenido de 3.07 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del D (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 70 mg/kg.

Punto de muestreo 02:

Tabla 5

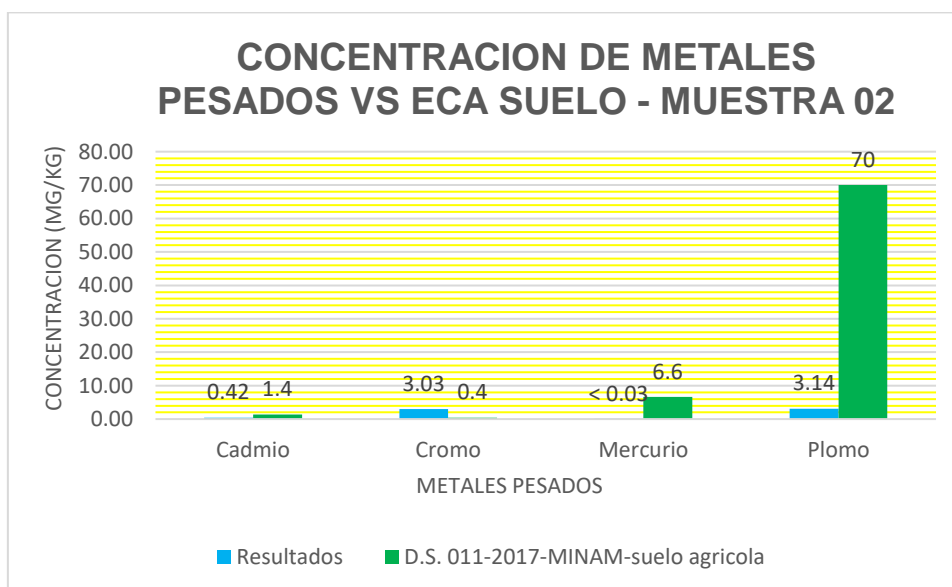
Concentración de metales pesados en el punto de muestreo 02, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.

N°	Metales pesados	Unidad	Resultados	D.S. 011-2017-MINAM-suelo agrícola
1	Cadmio	mg/kg	0.415	1.4
2	Cromo	mg/kg	3.03	0.4
3	Mercurio	mg/kg	< 0.03	6.6
4	Plomo	mg/kg	3.14	70
5	Zinc	mg/kg	15.2	**

Nota: Metales pesados en el punto dos

Figura 10

Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 02 VS el ECA suelo.



Nota: concentración de metales pesados y su relación con el ECA suelo

En la tabla 5 y figura 10, se muestran los resultados de la cantidad de metales pesados en el suelo de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, en el punto de muestreo 02, observándose una concentración de cadmio 0.42 mg/kg el cual se encuentra dentro del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor

de 1.4 mg/kg; en cambio para cromo se observa un contenido de 3.03 mg/kg este valor se encuentra por encima del D (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 0.4 mg/kg; por otro lado para mercurio se observa una contenido de < 0.03 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 6.6 mg/kg y por ultimo para plomo se observa una contenido de 3.14 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 70 mg/kg.

Punto de muestreo 03:

Tabla 6

Concentración de metales pesados en el punto de muestreo 03, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.

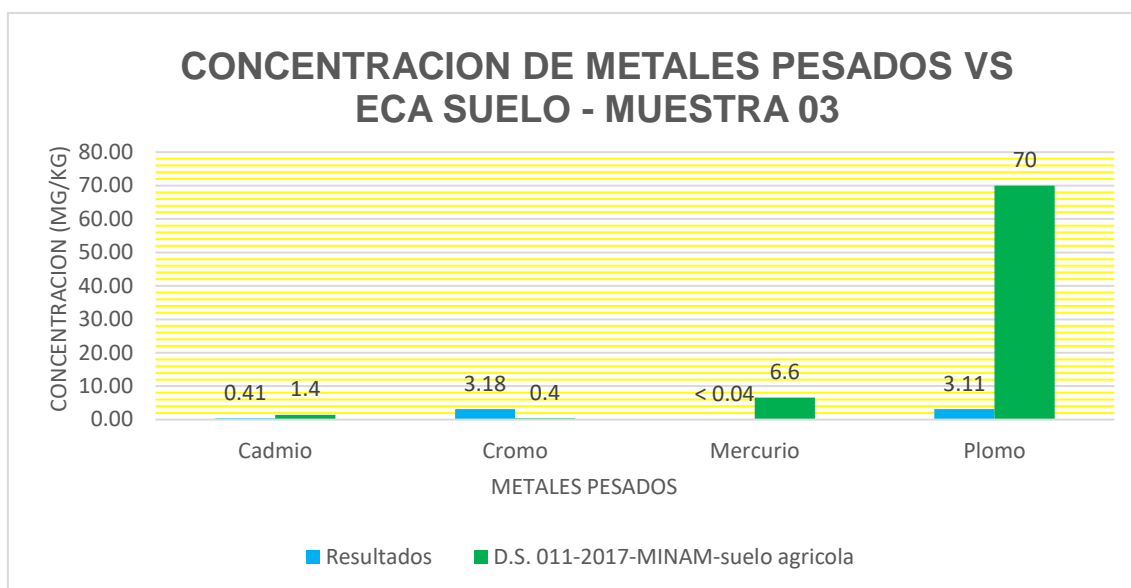
N°	Metales pesados	Unidad	Resultados	D.S. 011-2017-MINAM-suelo agrícola
1	Cadmio	mg/kg	0.408	1.4
2	Cromo	mg/kg	3.18	0.4
3	Mercurio	mg/kg	< 0.04	6.6
4	Plomo	mg/kg	3.11	70
5	Zinc	mg/kg	14.9	**

Nota: Niveles de concentración de metales pesados punto tres.

En este punto se observa que el contenido de los metales pesados y en comparación con el D.S 011-2017 – MINAM – SUELO AGRICOLA, se puede apreciar que el cadmio, mercurio, plomo y zinc se exhiben dentro de la normatividad establecida para suelos agrícolas, en cambio en cromo es el único metal pesado cuya concentración se encuentra elevada y que sobre pasa la normatividad e indicándonos que este metal está contaminando la zona de pastoreo y que posiblemente este causando algunos malestares a los animales de dicha zona.

Figura 11

Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 03 VS el ECA suelo.



Nota: Comparación Con el ECA suelo en el punto tres

En la tabla 6 y figura 11, se muestran los resultados de la cantidad de metales pesados en el suelo de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, en el punto de muestreo 03, observándose un contenido de cadmio 0.41 mg/kg el cual se encuentra dentro del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 1.4 mg/kg; en cambio para cromo se observa un contenido de 3.18 mg/kg este valor se encuentra por encima del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 0.4 mg/kg; por otro lado para mercurio se observa un contenido de < 0.04 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 6.6 mg/kg y por último para plomo se observa un contenido de 3.11 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 70 mg/kg.

Punto de muestreo 04:**Tabla 7**

Concentración de metales pesados en el punto de muestreo 04, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.

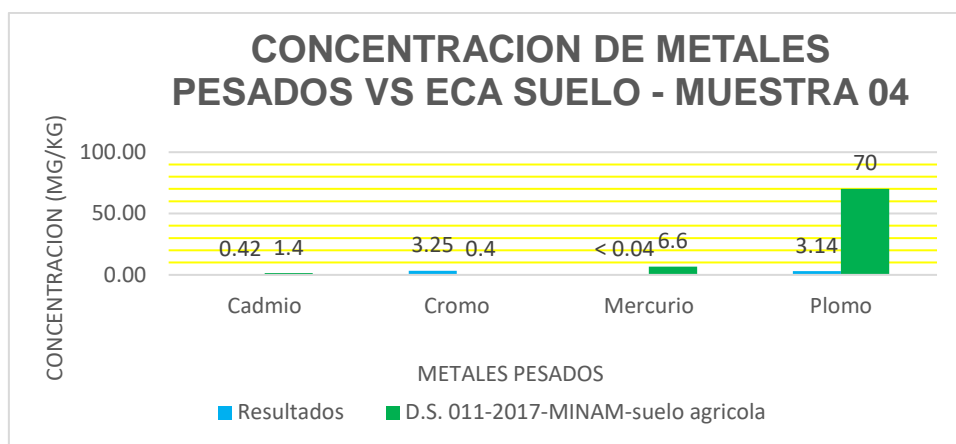
N°	Metales pesados	Unidad	Resultados	D.S. 011-2017-MINAM-suelo agrícola
1	Cadmio	mg/kg	0.423	1.4
2	Cromo	mg/kg	3.25	0.4
3	Mercurio	mg/kg	< 0.04	6.6
4	Plomo	mg/kg	3.14	70
5	Zinc	mg/kg	15.7	**

Nota: Niveles de concentración de metales pesados punto tres.

En este punto se observa que el contenido de los metales pesados y en comparación con el D.S 011-2017 – MINAM – SUELO AGRICOLA, se puede apreciar que el cadmio, mercurio, plomo y zinc se exhiben dentro de la normatividad establecida para suelos agrícolas, en cambio en cromo es el único metal pesado cuya concentración se encuentra elevada y que sobre pasa la normatividad e indicándonos que este metal está contaminando la zona de pastoreo y que posiblemente este causando algunos malestares a los animales de dicha zona.

Figura 12

Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 04 VS el ECA suelo.



Nota: Punto de muestreo cuatro en relación a ECA suelo

En la tabla 7 y figura 12, se exhibe lo resultante del contenido de metales en el suelo de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, en el punto de muestreo 04, observándose una contenido de cadmio 0.42 mg/kg el cual se encuentra dentro del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 1.4 mg/kg; en cambio para cromo se observa una contenido de 3.25 mg/kg este valor se encuentra por encima del D (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 0.4 mg/kg; por otro lado para mercurio se observa una contenido de < 0.04 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 6.6 mg/kg y por ultimo para plomo se observa una contenido de 3.14 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 70 mg/kg.

Punto de muestreo 05:

Tabla 8

Concentración de metales pesados en el punto de muestreo 05, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.

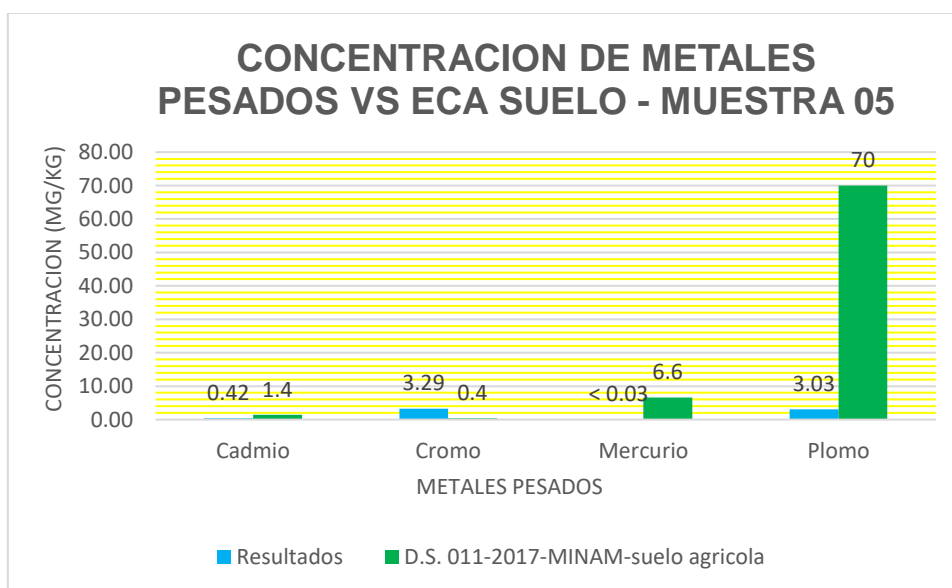
N°	Metales pesados	Unidad	Resultados	D.S. 011-2017-MINAM-suelo agrícola
1	Cadmio	mg/kg	0.418	1.4
2	Cromo	mg/kg	3.29	0.4
3	Mercurio	mg/kg	< 0.03	6.6
4	Plomo	mg/kg	3.03	70
5	Zinc	mg/kg	15.6	**

Nota: Niveles de concentración de metales pesados punto cinco.

En este punto se observa el contenido de los metales pesados y en comparación con el D.S 011-2017 – MINAM – SUELO AGRICOLA, se puede apreciar que el cadmio, mercurio, zinc, plomo se encuentran dentro de la normatividad, en cambio en cromo está dentro de la normatividad.

Figura 13

Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 05 VS el ECA suelo.



Nota: Punto de muestreo cinco en relación a ECA suelo

En la tabla 8 y figura 13, se exhiben lo resultante del contenido de metales en el suelo de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, en el punto de muestreo 05, observándose un contenido de cadmio 0.42 mg/kg el cual se encuentra dentro del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 1.4 mg/kg; en cambio para cromo se observa un contenido de 3.29 mg/kg este valor se encuentra por encima del I (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 0.4 mg/kg; por otro lado para mercurio se observa un contenido de < 0.03 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 6.6 mg/kg y por último para plomo se observa un contenido de 3.03 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 70 mg/kg.

Punto de muestreo 06:

Tabla 9

Concentración de metales pesados en el punto de muestreo 06, en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.

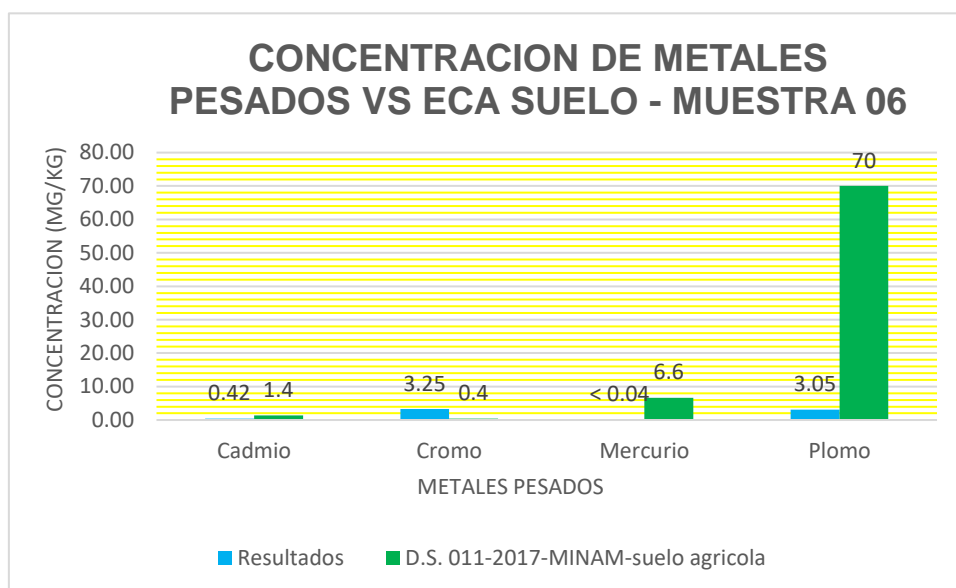
N°	Metales pesados	Unidad	Resultados	D.S. 011-2017-MINAM-suelo agrícola
1	Cadmio	mg/kg	0.421	1.4
2	Cromo	mg/kg	3.25	0.4
3	Mercurio	mg/kg	< 0.04	6.6
4	Plomo	mg/kg	3.05	70
5	Zinc	mg/kg	15.9	**

Nota: Niveles de concentración de metales pesados punto seis.

En este punto se observa que el contenido de los metales pesados y en comparación con el D.S 011-2017 – MINAM – SUELO AGRICOLA, se puede apreciar que el cadmio, mercurio, zinc, plomo y se encuentran dentro de la normatividad, en cambio en cromo está dentro de la normatividad

Figura 14

Metales pesados en el suelo en el punto de muestreo 06 VS el ECA suelo.



Nota: Punto de muestreo seis en relación a ECA suelo

En la tabla 9 y figura 14, se muestran los resultados del contenido de metales en el suelo de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, en el punto de muestreo 06, observándose un contenido de cadmio 0.42 mg/kg el cual se encuentra dentro del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 1.4 mg/kg; en cambio para cromo se observa un contenido de 3.25 mg/kg este valor se encuentra por encima del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 0.4 mg/kg; por otro lado para mercurio se observa un contenido de < 0.04 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 6.6 mg/kg y por último para plomo se observa un contenido de 3.05 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 70 mg/kg.

Promedio de los 06 puntos de muestreo:

Tabla 10

Promedio de los metales pesados en suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata VS el ECA suelo.

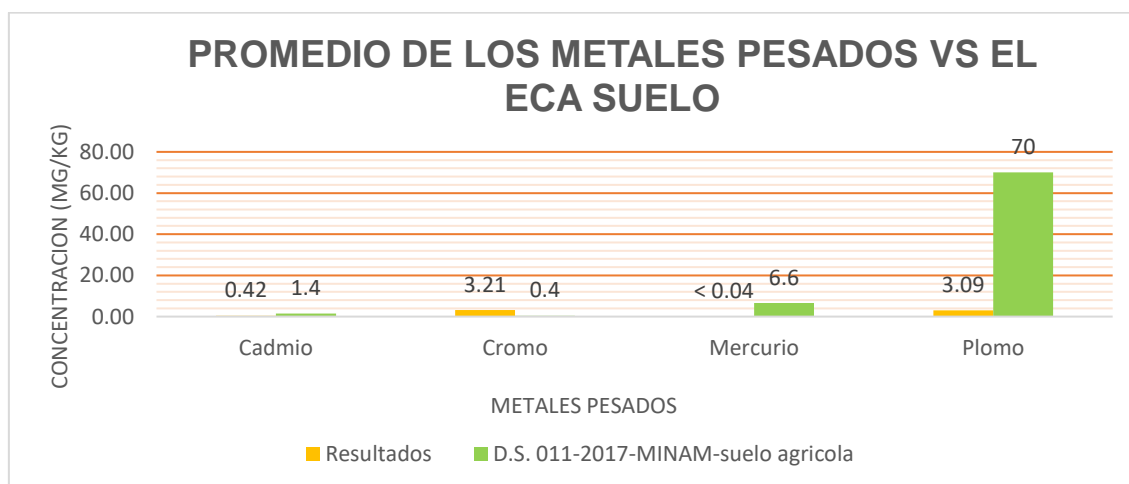
N°	Metales pesados	Unidad	Resultados	D.S. 011-2017-MINAM-suelo agrícola
1	Cadmio	mg/kg	0.42	1.4
2	Cromo	mg/kg	3.21	0.4
3	Mercurio	mg/kg	< 0.04	6.6
4	Plomo	mg/kg	3.09	70
5	Zinc	mg/kg	15.52	**

Nota: Niveles de concentración de metales pesados punto seis.

En este punto se observa que el contenido de los metales pesados y en comparación con el D.S 011-2017 – MINAM – SUELO AGRICOLA, se puede apreciar que el cadmio, mercurio, zinc plomo y se encuentran dentro de la normatividad, en cambio en cromo está dentro de la normatividad.

Figura 15

Promedio de los metales pesados en el suelo VS el ECA suelo.



Nota: Promedio de concentración de metales pesados en relación a ECA suelo

En la tabla 10 y figura 15, se exhiben lo resultante del contenido promedio de metales en el suelo de la zona de pastoreo del distrito de Cojata,



observándose una contenido de cadmio 0.42 mg/kg el cual se encuentra dentro del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 1.4 mg/kg; en cambio para cromo se observa una contenido de 3.21 mg/kg este valor se encuentra por encima del D (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 0.4 mg/kg; por otro lado para mercurio se observa una contenido de < 0.04 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 6.6 mg/kg y por ultimo para plomo se observa una contenido de 3.09 mg/kg cuyo valor se encuentra por debajo del D (ECA) para Suelo agrícola el cual nos da un valor de 70 mg/kg.

4.1.3. Efectos de los metales pesados en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata.

El contenido de metales pesados en el ambiente puede tener efectos negativos significativos en los animales de zonas de pastoreo. Los metales pesados comunes como el plomo (Pb), el cadmio (Cd), el mercurio (Hg) y el cromo (Cr) pueden acumularse en el suelo, el agua y la vegetación, entrando en la cadena alimenticia y afectando la salud de los animales. A continuación, se detallan los efectos específicos de algunos metales en los animales de pastoreo:

a. Efectos de metales pesados comunes en los animales:

Plomo (Pb):

- **Sistema Nervioso:** El plomo es neurotóxico y puede ocasionar daños al sistema nervioso. En animales, esto puede manifestarse como cambios en la conducta, reducción de la capacidad cognitiva y problemas de coordinación.



- **Sistema Hematológico:** El plomo interfiere con la síntesis de hemoglobina, lo que puede resultar en anemia y disminución del potencial de transportar oxígeno por la sangre.
- **Sistema Reproductivo:** Puede causar problemas reproductivos, incluyendo abortos, infertilidad y malformaciones en fetos.

Cadmio (Cd):

- **Sistema Renal:** El cadmio se acumula en los riñones, causando daño renal crónico y afectando la capacidad de filtración.
- **Sistema Óseo:** Puede interferir con el metabolismo del calcio, llevando a problemas óseos como osteomalacia y osteoporosis.
- **Sistema Digestivo:** Ingesta de cadmio puede causar irritación gastrointestinal, anorexia y pérdida de peso.

Mercurio (Hg):

- **Sistema Nervioso:** El mercurio es neurotóxico y puede causar daño al sistema nervioso central, llevando a problemas neurológicos como temblores, falta de coordinación y cambios en el comportamiento.
- **Reproducción y Desarrollo:** El mercurio puede causar efectos adversos en la reproducción y el desarrollo, incluyendo malformaciones congénitas y reducción de la fertilidad.

Cromo (Cr):

- **Efectos Gastrointestinales:** El cromo, especialmente en su manera hexavalente (Cr (VI)), puede causar irritación y ulceración del tracto gastrointestinal.
- **Toxicidad Sistémica:** La exposición crónica puede llevar a daños hepáticos, renales y pulmonares.



- **Cancerogenicidad:** El Cr (VI) es un carcinógeno conocido y puede incrementar el riesgo de cáncer en los animales expuestos.

b. Efectos Comunes en la Salud Animal

Crecimiento y Desarrollo:

- **Retardo del Crecimiento:** La exposición a metales pesados puede causar una demora en el crecimiento y desarrollo de los animales.
- **Desnutrición:** Los metales pesados pueden interferir con la absorción y utilización de nutrientes esenciales.

Reproducción:

- **Infertilidad:** La exposición a metales pesados puede causar infertilidad y otros problemas reproductivos.
- **Abortos y Malformaciones:** Puede aumentar la incidencia de abortos y malformaciones congénitas.

Inmunidad:

- **Supresión Inmunológica:** Los metales pesados pueden suprimir el sistema inmunológico, haciendo que los animales sean más susceptibles a enfermedades infecciosas.
- **Inflamación Crónica:** Pueden causar inflamación crónica y otros problemas de salud a largo plazo.

La contaminación por metales en áreas de pastoreo es un problema serio que requiere una gestión ambiental adecuada para resguardar la salud de los

animales y, en última instancia, la salud humana, ya que estos metales pueden entrar en la cadena alimentaria mediante productos animales.

Resultado de la prueba de hipótesis

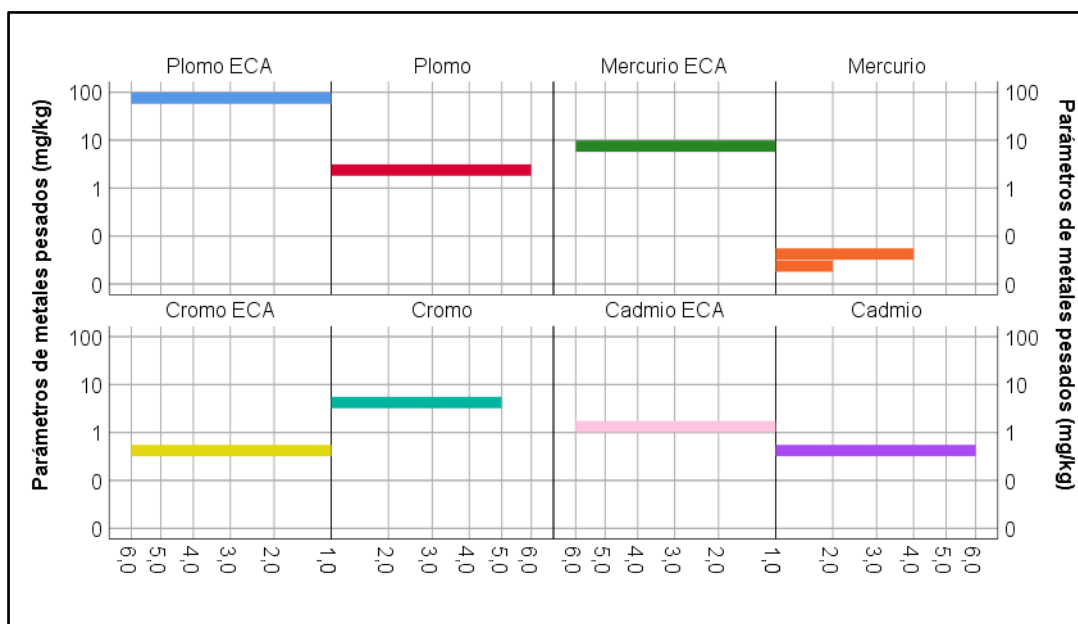
Planteamiento de la hipótesis estadística

H_0 : Ningún metal pesado en los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata presenta niveles de concentración que superen los límites permisibles establecidos.

H_a : Al menos un metal pesado en los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata presenta niveles de concentración que superan los límites permisibles establecidos

Figura 16

Concentraciones de metales pesados en suelos de pastoreo cercanos a la mina



La figura 16, muestra el gráfico de barras de los metales pesados analizados donde solo el Cromo presenta concentraciones que superan los ECA.

Tabla 11

Resultados del ANOVA para la Concentración de Metales Pesados en los Suelos de la Zona de Pastoreo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	24355,67	7	3479,38	2409453,97	0,000
Dentro de grupos	0,058	40	,001		
Total	24355,732	47			

La tabla 11, evidencia los resultados del ANOVA indican una F de 2409453.97 con un valor de significancia (Sig.) de 0.000, lo cual es menor que el nivel de significancia comúnmente utilizado (0.05). Esto significa que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a). En otras palabras, hay evidencia estadística suficiente para afirmar que al menos un metal pesado en los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata presenta niveles de concentración que superan los límites permisibles establecidos.

4.3. Discusiones

Con respecto a la determinación de las zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata, en nuestro estudio se determinó 06 puntos de muestreo abarcando un área de 0.5 ha, en cambio Juárez (2020) en su tesis de investigación optó por tomar 08 puntos para el muestro, la cantidad de puntos de muestreo en las investigaciones varía debido a varios factores que buscan obtener una representación precisa y confiable del área de estudio. Las principales razones por las cuales los puntos de muestreo pueden variar en diferentes investigaciones son las siguientes: de acuerdo al objetivo del proyecto, heterogeneidad del suelo, tamaño y características del zona de estudio, historial de uso del suelo, disponibilidad de



recursos, diseño del muestreo, datos previos y conocimientos locales y consideraciones medioambientales.

Con respecto a los niveles de contenido de metales tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, en nuestra investigación se encontró las siguientes concentraciones para cada metal pesado analizado: cadmio se exhibió con un contenido de 0.42 mg/kg, el cromo se encontró con un contenido de 3.21 mg/kg, mercurio se encontró con una concentración de < 0.04 mg/kg, el plomo se encontró con una concentración de 3.09 mg/kg y el zinc se encontró con un contenido de 15.6 mg/kg; de todos estos metales examinados se presentan dentro de la normativa del ECA para suelo a excepción del cromo cuyo valor se encuentra por encima del (ECA) para Suelo agrícola. En cambio, En cambio, Juárez (2020) obtuvo resultados salvajemente inconsistentes en su tesis, que van de 56,0 a 129,0 $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$, y de 7,90 a 19,90 mg, el cadmio está presente en concentraciones extremadamente altas. kg^{-1} y de 14,6 a 28,0 $\text{cmol}(+)$ de cromo. kg^{-1} , que superaron los (ECA) permitidos por [MINAN] (2017) para suelos agrícolas, que en este caso son 70 mg de Pb, 1,5 mg de Cd y 0,5 mg de Cr. Por otro lado, Díaz et al. (2021) El único metal que superaba esta norma era el cadmio, que se encontraba en los siguientes valores: cadmio (3,774 ppm), plomo (4,22 ppm), zinc (61,54 ppm). cromo (0,37 ppm), cobre (12,61 ppm) y A pesar de sus menores concentraciones, la presencia de estos otros metales pesados supone un riesgo para la salubridad de los consumidores debido a su condición de no biodegradables y bioacumulativos. En varias investigaciones el cromo excede la normativa (ECA) para suelo agrícola, este resultado se puede explicar por varios factores relacionados con los procesos mineros y la geología del área. A continuación, se detallan las principales razones: Liberación de cromo



durante la minería, presencia de residuos mineros, emisiones de polvo y gases ya que las actividades mineras y metalúrgicas pueden liberar polvo y gases que contienen cromo, estos contaminantes pueden depositarse en el suelo a través de la sedimentación de partículas y la precipitación y por último podría deberse la geología natural del lugar.

En base a los efectos de los metales en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, en nuestra investigación se efectuó que la contaminación de la tierra con cromo y otros metales pesados puede poseer muebles adversos significativos en el crecimiento, desarrollo y reproducción de los animales debido a su toxicidad y capacidad para interferir con procesos biológicos esenciales. En cambio, Bustamante et al (2023) en su artículo de investigación a metales tóxicos (como Pb y Cd) en altas concentraciones o a niveles subóptimos de microelementos (como Co, Cu, y Zn) pueden tener efectos negativos en sus sistemas reproductivos, fisiológicos y de comportamiento, e incluso causarles la muerte. Esto se debe a que los metales pesados se absorben y se acumulan en el organismo.



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** De acuerdo a la determinación de las zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales en el distrito de Cojata, se concluye que se optó por trabajar con 06 puntos de muestreo abarcando un área de 0.5 ha.
- SEGUNDA:** Con respecto a los niveles de contenido de metales de los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, se concluye que en promedio el cadmio 1.4 mg/kg, mercurio <0.04 mg/kg, zinc 15.52 mg/kg, plomo 3.09 mg/kg y el cromo con un valor de 3.21 mg/kg.
- TERCERA:** En base a los efectos de los metales en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata, se concluye que la contaminación del suelo con cromo y otros metales pesados puede tener secuelas adversas significativas en el crecimiento, desarrollo y reproducción de los animales debido a su toxicidad y capacidad para interferir con procesos biológicos esenciales.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** A las futuras investigaciones realizar el análisis de metales en el agua en las zonas de pastoreo del distrito de Cojata, para verificar la fuente a tratar con mayor veracidad.
- SEGUNDA:** A futuros investigadores se les recomienda plantear tecnologías para remover el cromo de suelos y así poder evitar los daños que este metal pueda estar causando.
- TERCERA:** Tener en cuenta el seguimiento continuo basado en nuevas muestras y la idea de que la actividad de la agencia en relación con estos hechos debería normalizarse.
- CUARTA:** Tener en cuenta la investigación de los valores de metales en la leche de los animales de los forrajes locales, y hacer todo lo posible por utilizar marcadores para determinar de forma concluyente la relación entre los metales en el trío suelo, alimentos y organismos animales.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Barreto, P. (2010). *Protocolo de Monitoreo de Agua*. Mexicano: Revista Mexicana De Ingenieros Químicos.
- Bembibre, C. (2011). *Definición de suelo agrícola*. Rev. DefiniciónABC. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/suelo-agricola.php>
- Bustamante , J., Chaparro , A., García , C., Peláez , M., & Hernández , W. (2023). *Niveles de metales pesados (Pb, Cd, Mo y Zn) en ganado bovino criado sobre pastos naturales en Colombia*. Colombia.
- Coila Mamani, J. M. (2024). *Evaluación del nivel de contaminación por metales pesados en agua para riego y suelo agrícola en el distrito de Llalli provincia de Melgar - Puno*. Melgar, Puno - Perú.
- Cornelis, R., & Nordberg, M. (2007). *General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation. Handbook on the toxicology of metals*.
- Díaz Cumpén, J. R., Chávez Horna, G. E., Quipuscoa Castro, L. J., Rabanal Guevara, F., & Pereyra Quevedo, T. (2021). *Evaluación del contenido de metales pesados en suelos agrícolas del distrito de Jesús – Cajamarca*. Cajamarca - Perú.
- Diez, F. J. (2008). *Fitocorrección de suelos contaminados con metales pesados*. Universidad de Santiago de Compostela, España., España. Obtenido de https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/2540/9788498872026_content.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Duffus, J. (2002). *Heavy Metals - a meaningless term*. Pure Appl. Chem, vol.74, núm 5.
- EITI-RD. (2024). *Actividad minera: Exploracion, produccion y exportacion*.
- Eróstegui, C. P. (2009). *Contaminación por metales pesados*. Redalyc.



- Espasa, G. (1997). *Contaminacion de suelo*. España: Enciclopedia Universal Ilustrada.
- Fernández, R. (2012). *Contaminación de suelos por metales pesados*. Rev. Infoagro. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/contaminacion_suelos_metales_pesados.asp
- Fernández, R. (2012). *Contaminación de suelos por metales pesados*. Rev. Infoagro. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/contaminacion_suelos_metales_pesados.asp
- Gonzales Cifuentes, A. I. (2011). *Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados en la región de Nazas Durango*. Coahuila - Mexico. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2710/ANA%20ISABEL%20GONZ%20LEZ%20CIFUENTES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Obtenido de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- Hernández, R., & Fernández, C. (2018). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Hillel, D. (1998). *Environmental soil physics*. Estados Unidos - San Diego: Academic Press. Obtenido de <https://www.elsevier.com/books/environmentalsoil-physics/hillel/978-0-12-348525-0>



- Juarez Valverde, Y. L. (2020). *Evaluación del contenido de metales pesados con relación a las propiedades edáficas en suelos adyacentes a la Mina "Antamina", San Marcos-Ancash*. Huaura-Peru. Obtenido de <https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/992/Tesis%20-%20Juarez%20Valverde%2C%20Yover%20Luciano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Juliño Carliño, M., Ocaña Segura, F., & Concha Iglesias, J. (2021). Contaminación ambiental y su influencia en la salud. *Revista Nacional Científica Estudiantil-ReNaCientE*, 2(1), 75 - 90.
- Lezcano, J. M. (2008). *Efecto del pre tratamiento de biomasa procedente de un hábitat eutrofizado sobre la bioadsorción de metales pesados, facultad de ciencias Biológicas*. Universidad Complutense tesis doctoral, Madrid España, España.
- Llano Vasquez, J. D. (2021). *Metales pesados en suelos bajo la influencia de la minería aurífera en los departamentos de Antioquia, Bolívar y Chocó*. Monteria-Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/dccbc86e-95bc-4fc1-a7c0-dd9a3b2332e9/content>
- MINAM. (2010). *MINISTERIO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE*.
- Novoa Villa, H. H., Arizaca Avalos, A., & Huisa Mamani, F. (2022). *Efectos en los ecosistemas por presencia de metales pesados en la actividad minera de pequeña escala en Puno*. Puno - Perú: Scielo.



- Nunez, C. (25 de Abril de 2024). *National Geographic*. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>
- Observatorio de sostenibilidad. (2017). *Efectos y peligros de los metales pesados presentes en el suelo*. Instituto Erudite Recoge, España, España.
- Puga, S., Sosa, M., Lebgue, T., Quintana, C., & Campos, A. (2006). *Contaminación por metales pesados en suelo provocada por la industria minera*. Chihuahua-México: Scielo. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162006000100020
- Qi *quimicaindustrial.cl*. (s.f.). Obtenido de <https://quimicaindustrial.cl/producto/mercurio-2/>
- Quispe Yana, R., Belizario Quispe, G., Chui Betancur, H., Huaquisto Cáceres, S., Calatayud Mendoza, A., & Yábar Miranda, P. (2019). *Concentración de metales pesados: cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Coata - Perú: Scielo.
- Rodríguez, D. (2017). *Intoxicación ocupacional por metales pesados*. MEDISAN. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v21n12/san122112.pdf>
- Smith, S. R. (1996). *Agricultural recycling of sewage sludge and the environment*. Cab international.
- Somex. (214 de junio de 2022). *Sistemas de pastoreo*.
- Soto Benavente, M., Rodriguez Achata, L., Olivera, M., Arostegui Sanchez, V., Colina Nano, C., & Garate Quispe, J. (2020). *Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas*



abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana. Trujillo -

Perú: Scielo. Obtenido de

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-

99172020000100049

Vargas, D. (2017). *Metales pesados en suelos cultivados con riego y sin riego en la comunidad de Ñaupapampa del distrito de Asillo – Puno.* Puno - Perú.

Veliz avila, G. (2022). *Uso del suelo con presencia de metales pesados y su influencia en forrajes del pasivo ambiental de la minera Azulcocha - 2022.*

Huancayo - Perú. Obtenido de

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8752/TE>

[IS%20-%20VELIZ%20AVILA.pdf?sequence=1](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/8752/TE)

Vera, L., Uguña, M. F., García, N., Flores, M., & Vázquez, V. (2015). *Eliminación de metales pesados de las aguas residuales mineras utilizando el bagazo de caña como biosorbente.* Afinidad LXXIII.

Volke, T., Velasco, J. A., & De La Rosa, D. (2005). *Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. (1a ed.)* México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Mexico.

Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/308419159_Suelos_contamina

[dos_por_me](https://www.researchgate.net/publication/308419159_Suelos_contamina)

[tales_y_metaloides_muestreo_y_alternativas_para_su_remediacion](https://www.researchgate.net/publication/308419159_Suelos_contamina)

Zapata, J. (2019). *Contenido de metales pesados en vegetación alrededor de una mina cerrada en la región Piura.* Tesis para optar el grado ing. Industrial y de sistemas, Universidad de Piura, Piura - Perú.



Zoraya Martínez, María S. , G., Paternina, J., & Cantero, M. (2016).

Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, zona minera El

Alacrán, Córdoba-Colombia. Córdoba-Colombia.



ANEXOS



ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
<p>¿Cuál es el grado de contaminación del suelo debido a la actividad minera en los alrededores de la zona de pastoreo del distrito de Cojata 2024?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Qué zonas de pastoreo están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata?</p> <p>b) ¿Qué niveles de concentración de metales pesados tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata?</p> <p>c) ¿Cuáles serán los posibles efectos de los metales pesados en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata en base a la bibliografía científica?</p>	<p>Determinar el grado de contaminación del suelo debido a la actividad minera en los alrededores de la zona de pastoreo del distrito de Cojata 2024.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Determinar las zonas de pastoreo que están siendo contaminadas por metales pesados en el distrito de Cojata.</p> <p>b) Determinar los niveles de concentración de metales pesados tendrán los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata.</p> <p>c) Analizar los efectos de los metales pesados en los animales de la zona de pastoreo del distrito de Cojata.</p>	<p>El grado de contaminación del suelo por metales pesados en las zonas de pastoreo del distrito de Cojata está directamente relacionado con la actividad minera en 2024.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</p> <p>a) Existen zonas de pastoreo en el distrito de Cojata que están contaminadas con metales pesados provenientes de la actividad minera.</p> <p>b) Al menos un metal pesado en los suelos de la zona de pastoreo del distrito de Cojata presenta niveles de concentración que superan los límites permisibles establecidos.</p> <p>c) La exposición a metales pesados en los suelos contaminados de las zonas de pastoreo del distrito de Cojata afecta la salud de los animales, según bibliografía científica.</p>	<p>VARIABLES DE INTERÉS:</p> <p>Grado de contaminación del suelo</p> <p>VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN:</p> <p>Cadmio mg/kg Cromo mg/kg Mercurio mg/kg plomo mg/kg Zinc mg/kg</p>	<p>Tipo de investigación.</p> <p>El tipo de investigación es aplicada porque analiza, extrae y recoge toda la información la cual nos permitió conocer la calidad actual del suelo en función a la concentración de metales pesados</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>El Nivel de investigación es Descriptiva no experimental según Hernández R. (2006) porque se describió los datos y características de la población de estudio</p> <p>Diseño de la investigación</p> <p>El diseño es no experimental de tipo descriptivo Correlacional transversal según Hernández R. (2006). Debido que la investigación se limitó a analizar y no hacer variar intencionalmente las variables independientes</p>



ANEXO 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS EN LABORATORIO.



ALAB
ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-27856

N° Id.: 0000096021

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: ESCUELA PROF. ING. SANITARIA Y AMBIENTAL
2.-DIRECCIÓN	: URBANIZACION TAPARACHI Km 4.5 ,JULIACA
3.-PROYECTO	: ANALISIS DE METALES PESADOS EN ZONAS DE PASTOREO COJATA
4.-PROCEDENCIA	: DISTRITO DE COJATA - HUANCANE - PUNO
5.-SOLICITANTE	: EDWIN MAYTA OTAZU
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000006669-2024-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2024-07-04

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Suelos
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 6
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2024-06-28
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2024-06-28 al 24-07-04



Liz Y. Quispe Quispe
INGENIERA QUÍMICA
CIP N° 211662
Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

www.alab.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-27856

N° Id.: 000096021

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Metales Pesados en suelos ICP MS (*)	EPA METHOD 6020B, Rev.2, 2014/EPA METHOD 3050B Rev. 2, 1996. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance: B, Ca, Ce, Fe, K, Li, Mg, Mo, Na, P, Si, Sn, Sr, Ti, Bi, U, Th). 2020.	METALES PESADOS: Cd, Cr, Pb, Zn, Hg. Inductively coupled plasma-mass spectrometry / Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils.

(*) EPA: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

(†) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

IV. RESULTADOS

ITEM 1				
ITEM	1			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-92241			
CÓDIGO DEL CLIENTE	CS-01			
COORDENADAS	E:264125			
UTM WGS 84	N:77070504			
PRODUCTO	Suelos			
SUB PRODUCTO				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	27-06-2024 14:10			
ENSAYO	UNIDA	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales en suelos ICP MS				
Cadmio (*)	mg/Kg	0,005	0,02	0,420
Cromo (*)	mg/Kg	0,01	0,03	3,27
Mercurio (*)	mg/Kg	0,01	0,04	<0,04
Piomo (*)	mg/Kg	0,05	0,20	3,07
Zinc(*)	mg/Kg	0,01	0,02	15,8

ITEM 2				
ITEM	2			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-92241			
CÓDIGO DEL CLIENTE	CS-02			
COORDENADAS	E:264135			
UTM WGS 84	N:77070631			
PRODUCTO	Suelos			
SUB PRODUCTO				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	NO APLICA			
FECHA y HORA DE MUESTREO :	27-06-2024 14:30			
ENSAYO	UNIDA	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales en suelos ICP MS				
Cadmio (*)	mg/Kg	0,005	0,02	0,415
Cromo (*)	mg/Kg	0,01	0,03	3,03
Mercurio (*)	mg/Kg	0,01	0,04	<0,03
Piomo (*)	mg/Kg	0,05	0,20	3,34
Zinc(*)	mg/Kg	0,01	0,02	15,3

(†) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M. Límite de cuantificación del método. "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M. Límite de detección del método. "<"= Menor que el L.D.M.

[Handwritten signature]
Liz...
INGENIERA EN QUÍMICA
CIP 123456

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalica N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miralores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

www.alab.com.pe

Pág. 2 de 4



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 096



INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-27856

N° Id. 000096021

ITEM	3
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-92241
CÓDIGO DEL CLIENTE	CS-03
COORDENADAS:	E:264143
UTM WGS 84:	N:-7707063
PRODUCTO:	Suelos
SUB PRODUCTO:	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :	27-06-2024 14:50

ENSAYO	UNIDA	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales en suelos ICP MS				
Cadmio (*)	mg/Kg	0,005	0,02	0,408
Cromo (*)	mg/Kg	0,01	0,03	3,18
Mercurio (*)	mg/Kg	0,01	0,04	<0,04
Plomo (*)	mg/Kg	0,05	0,20	3,11
Zinc(*)	mg/Kg	0,01	0,02	14,9

ITEM	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-92241
CÓDIGO DEL CLIENTE	CS-04
COORDENADAS:	E:1422989
UTM WGS 84:	N:-7879779
PRODUCTO:	Suelos
SUB PRODUCTO:	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :	27-06-2024 15:10

ENSAYO	UNIDA	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales en suelos ICP MS				
Cadmio (*)	mg/Kg	0,005	0,02	0,423
Cromo (*)	mg/Kg	0,01	0,03	3,25
Mercurio (*)	mg/Kg	0,01	0,04	<0,04
Plomo (*)	mg/Kg	0,05	0,20	3,14
Zinc(*)	mg/Kg	0,01	0,02	15,7

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

Ltj Yaneth C. Quispe
INGENIERA QUÍMICA
CIP. N° 211662

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Pág. 3 de 4

www.alab.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-27856

N° Id.: 000096021

ITEM				5
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-92241
CÓDIGO DEL CLIENTE				CS-05
COORDENADAS:				E:1423002
UTM WGS 84:				N:-7879771
PRODUCTO:				Suelos
SUB PRODUCTO:				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				27-06-2024 15:30
ENSAYO	UNIDA	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales en suelos ICP MS				
Cadmio (*)	mg/Kg	0,005	0,02	0,418
Cromo (*)	mg/Kg	0,01	0,03	3,29
Mercurio (*)	mg/Kg	0,01	0,04	<0,03
Plomo (*)	mg/Kg	0,05	0,20	3,03
Zinc(*)	mg/Kg	0,01	0,02	15,6

ITEM				6
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-23-92241
CÓDIGO DEL CLIENTE				CS-06
COORDENADAS:				E:1423009
UTM WGS 84:				N:-7879774
PRODUCTO:				Suelos
SUB PRODUCTO:				
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:				NO APLICA
FECHA y HORA DE MUESTREO :				27-06-2024 15:55
ENSAYO	UNIDA	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS
Metales Totales en suelos ICP MS				
Cadmio (*)	mg/Kg	0,005	0,02	0,421
Cromo (*)	mg/Kg	0,01	0,03	3,25
Mercurio (*)	mg/Kg	0,01	0,04	<0,04
Plomo (*)	mg/Kg	0,05	0,20	3,05
Zinc(*)	mg/Kg	0,01	0,02	15,9

Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA
L.C.M.: Limite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Limite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

Liz Yaneth Quispe Quispe
INGENIERA QUÍMICA
CIP N° 211662

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.4 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA
COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA
Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

www.alab.com.pe

ANEXO 3.

Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

ANEXO
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO

Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾	Usos del Suelo ⁽¹⁾			Métodos de ensayo ^{(7) y (8)}
	Suelo Agrícola ⁽³⁾	Suelo Residencial/Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ⁽⁵⁾ /Industrial/Extractivo ⁽⁶⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁹⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽¹⁰⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ⁽¹¹⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ⁽¹²⁾ (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽¹³⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽¹⁴⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽¹⁵⁾	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ⁽¹⁶⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015



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: 30-09-2024

1. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos, Dirección, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte, Teléfono, email, Facultad y/o Escuela de Posgrado, Escuela Profesional o Mención, Título o Grado Académico a optar, Asesor, Palabras claves, and a question about development at UANCV.



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.

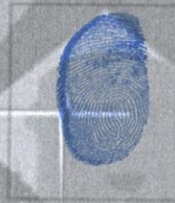
En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22

Firma de Autor



huella digital

30 - 09 - 2024

Fecha