

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**TESIS**

---

**“Influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los  
parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna,  
provincia de Ambo - Huánuco 2021”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**AUTOR: Nájera Fernández, Richar**

**ASESOR: Gamez Penadillo, Joel**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Contaminación Ambiental  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geología

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

# D

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42477100

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23018222

Grado/Título: Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión

Código ORCID: 0000-0003-4228-565X

# H

**DATOS DE LOS JURADOS:**

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental.	42108318	0000-0002-7136-697X
2	Cajahuanca Torres, Raúl	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907
3	Torres Marquina, Marco Antonio	Ingeniero Metalurgista	22514557	0000-0003-4006-7683



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 14 del mes de diciembre del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

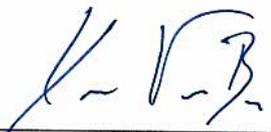
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Presidente)
- Mg. Raúl Cajahuanca Torres (Secretario)
- Ing. Marco Antonio Torres Marquina (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 3012-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"INFLUENCIA DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO RONDONÍ EN LOS PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS DEL SUELO, DISTRITO DE CAYNA, PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO 2021"** presentado por el (la) **Bach. NAJERA FERNANDEZ, RICHA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

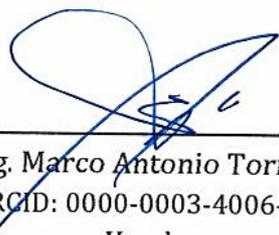
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *aprobado*. Por *una vez* con el calificativo cuantitativo de *1.7...* y cualitativo de  *Muy bueno*... (Art. 47)

Siendo las *16.20* horas del día *14* del mes de *Diciembre* del año *2023*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Mg. Yasser Vasquez Baca  
ORCID: 0000-0002-7136-697X  
Presidente

  
Mg. Raúl Cajahuanca Torres  
ORCID: 0000-0002-5671-1907  
Secretario

  
Ing. Marco Antonio Torres Marquina  
ORCID: 0000-0003-4006-7683  
Vocal



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, JOEL GAMEZ PENADILLO, asesor (a) del PA. **INGENIERÍA AMBIENTAL** y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 2327-2019- D-FI-UDH del 06 de octubre de 2023**; del bachiller **RICHAR, NAJERA FERNANDEZ**, de la investigación titulada **“INFLUENCIA DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO RONDONÍ EN LOS PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS DEL SUELO, DISTRITO DE CAYNA, PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO 2021”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 24% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Cabe recalcar que se tuvieron las siguientes consideraciones: se excluyó fuentes menores a 15 palabras y la bibliografía para disminuir el porcentaje

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 16 de diciembre de 2023

---

Mg. Joel Gamez Penadillo  
Código ORCID: 0000-0003-4228-565X  
DNI: 23018222

## “INFLUENCIA DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO RONDONÍ EN LOS PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS DEL SUELO, DISTRITO DE CAYNA, PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO 2021”

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>24%</b>	<b>24%</b>	%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>8%</b>
<b>2</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>cybertesis.unmsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.minem.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



Mg. Joel Gamez Penadillo  
Código ORCID: 0000-0003-4228-565X  
DNI: 23018222

## **DEDICATORIA**

Mi investigación la dedico a mi madre, Modesta Fernández Espinoza por su esfuerzo, sacrificio y su incondicional apoyo que me brindo hasta la culminación de mi carrera profesional y del presente, uno de los objetivos como profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre, Modesta Fernández Espinoza y a mis padrinos Javier y Ana María por brindarme y mostrarme siempre su apoyo en el tiempo de mis estudios profesionales y a mi novia Karina quien ha sido mi mayor apoyo y compañera en este proceso de investigación que, gracias a su respaldo, pude finalizar con dicha etapa, así como la culminación de la tesis.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRACTICA.....	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	20
2.2. BASES TEÓRICAS.....	22
2.2.1. MINERÍA.....	22
2.2.2. HISTORIA DE LA MINERÍA EN EL PERÚ.....	22

2.2.3. LA MINERÍA EN EL PERÚ .....	23
2.2.4. PRINCIPALES IMPACTOS NEGATIVOS DE LA MINERÍA.....	24
2.2.5. PASIVO AMBIENTAL .....	25
2.2.6. PASIVOS AMBIENTAL MINERO EN EL PERÚ.....	25
2.2.7. PROYECTO MINERO RONDONÍ, DISTRITO DE CAYNA .....	26
2.2.9. CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR METALES PESADOS.....	30
2.2.10. CADMIO (Cd).....	30
2.2.11. PLOMO (Pb).....	31
2.3. DEFINICIONES DE CONCEPTUALES .....	32
2.4. HIPÓTESIS.....	33
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	33
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICO .....	34
2.5. VARIABLES.....	34
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	34
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	34
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
CAPÍTULO III.....	36
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.1.1. ENFOQUE.....	37
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	37
3.1.3. DISEÑO.....	37
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	38
3.2.1. POBLACIÓN .....	38
3.2.2. MUESTRA.....	39
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	39
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	39
3.3.2. PARA EL MONITOREO.....	40
3.3.3. INSTRUMENTOS.....	41
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DATOS.....	41
3.4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	41
3.4.2. TÉCNICAS DE PRESENTACIÓN DE DATOS .....	41
3.4.3. INTERPRETACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS .....	42

3.5. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL Y PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.5.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO .....	42
3.5.2. PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
CAPÍTULO IV.....	43
RESULTADOS.....	43
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	43
4.1.1. ANÁLISIS DE SUELO EN LABORATORIO .....	43
4.1.2. RESULTADOS DE LOS MACRONUTRIENTES Y MICRONUTRIENTES PRESENTES EN EL SUELO ALREDEDOR DEL PAM.....	45
4.1.3. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS METALES PESADOS (AS, PB. CD) PRESENTES EN LAS MUESTRAS DEL SUELO DE LOS ALREDEDORES DE LA PAM .....	48
4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	53
4.2.1. PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2 .....	53
CAPÍTULO V.....	56
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	56
5.1. PARÁMETROS QUÍMICOS EVALUADOS DEL SUELO .....	56
5.1.1. CONCENTRACIÓN DE (As) EN EL SUELO ALREDEDOR DEL PAM RONDONÍ.....	56
5.1.2. CONCENTRACIÓN DE (Pb) EN EL SUELO ALREDEDOR DEL PAM RONDONÍ.....	57
5.1.3. CONCENTRACIÓN DE (Cd) EN EL SUELO ALREDEDOR DEL PAM RONDONÍ.....	58
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Minera Rondoní.....	28
Tabla 2 ECA - suelo, parámetros (Cd), (Pb) y (As).....	32
Tabla 3 Operacionalización de variables de la tesis titulada: “Influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021”. Autor: Bach. Nájera Fernández, Richar.....	35
Tabla 4 Coordenadas utm, de rondoní, zona 18.....	39
Tabla 5 Número de muestras del estudio .....	39
Tabla 6 Materiales y equipos para la toma de muestra de suelo .....	40
Tabla 7 Profundidad del muestreo según el uso del suelo .....	40
Tabla 8 Ubicación del lugar de estudio .....	42
Tabla 9 Parámetros físicos del muestreo de suelo obtenidos por niveles alrededor del PAM. ....	43
Tabla 10 Resultados del análisis químico del suelo muestreado alrededor del PAM. ....	44
Tabla 11 Niveles de (Ca, P, K, S – Macronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM. ....	45
Tabla 12 Niveles de (Fe, Mn, Cu, Zn – Micronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM.....	47
Tabla 13 Concentración de metales pesados en comparación con el ECA - suelo. ....	48
Tabla 14 Concentración de arsénico (As) en el suelo del pam rondoní, en comparación con el ECA – suelo .....	49
Tabla 15 Concentración de Pb en el suelo del pam rondoní, en comparación con el ECA – Suelo.....	50
Tabla 16 Concentración de Cd en el suelo del pam rondoní, en comparación con el ECA – suelo.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujograma de la secuencia metodológica.....	36
Figura 2 Diseño transversal para la recolección de muestras de suelo.....	38
Figura 3 Niveles de (Ca, P, K, S – macronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM.....	46
Figura 4 Niveles de (Fe, Mn, Cu, Zn – micronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM.....	47
Figura 5 Concentración de As en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo.....	49
Figura 6 Concentración de Pb en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo.....	51
Figura 7 Concentración de Cd en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo.....	52

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general: Determinar la influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021.

La presente tesis fue de tipo (observacional, prospectivo, transversal y analítico) de enfoque mixto, con diseño transversal – descriptivo. Secuencia metodológica: el muestreo de suelo se realizó por niveles alrededor del PAM Rondoní, siendo nivel 1 (0 – 10 m), nivel 2 (15 – 30 m) y nivel 3 (35 a 50 m) donde se recolecto cuatro muestras por nivel, para luego sacar dos muestras complejas por nivel (de 1 kg), haciendo en total seis muestras que se enviaron a laboratorio. Los resultados fueron: En nivel 1, están los valores más altos de macronutrientes (Ca, P, K, S) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn) y los más bajos se presentaron en el nivel 3; en cuanto a la concentración de As en el nivel 1 y 2 sobre pasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 140 mg/kg; al igual que para Pb en el nivel 2 sobre pasan extensamente el ECA, que es de 800 mg/kg; para Cd en el nivel (1, 2 y 3) sobre pasan extensamente el ECA – suelo que es de 22 mg/kg. Se concluye que los parámetros químicos del suelo (alrededor del PAM de 0 – 50 m) se encuentran influenciados por el PAM Rondoní.

**Palabras clave:** Pasivo ambiental minero, Suelo, Suelo industrial/extractivo, Arsénico (As), Plomo (Pb), Cadmio (Cd).

## ABSTRACT

The general objective of this research was: Determine the influence of the Rondoní mining environmental liability on the physical-chemical parameters of the soil, Cayna district, province of Ambo - Huánuco 2021.

This thesis was of a mixed approach (observational, prospective, transversal and analytical), with a transversal – descriptive design. Methodological sequence: soil sampling was carried out by levels around the Rondoní PAM, being level 1 (0 – 10 m), level 2 (15 – 30 m) and level 3 (35 to 50 m) where four samples were collected per level. , to then take two complex samples per level (1 kg), making a total of six samples that were sent to the laboratory. The results were: At level 1, there are the highest values of macronutrients (Ca, P, K, S) and micronutrients (Fe, Mn, Cu, Zn) and the lowest were presented at level 3; As for the concentration of As in level 1 and 2, they largely exceed the ECA – soil established for (Commercial/Industrial/Extractive Soil), which is 140 mg/kg; As for Pb in level 2, they widely exceed the ECA, which is 800 mg/kg; for Cd at level (1, 2 and 3) they largely exceed the ECA – soil which is 22 mg/kg. It is concluded that the chemical parameters of the soil (around the MAP of 0 – 50 m) are influenced by the Rondoní MAP.

**Keywords:** Mining environmental liabilities; Floor; Industrial/extractive land; Arsenic (As), Lead (Pb), Cadmium (Cd).

## INTRODUCCIÓN

La minería en la actualidad, es la actividad de extracción de recursos naturales no renovables de mayor envergadura en el mundo, ya que genera grandes ganancias económicas y a la vez el más perjudicial para el medio ambiente y la salud de la población.

Los impactos principales a causa de la minería son: contaminación de aguas, afectación de fauna y flora, destrucción de la corteza terrestre de áreas colindantes a la explotación minera, así mismo el efecto negativo en la salud de la población cercana a la mina (Minería y medio ambiente; 2016).

En el Perú la actividad minera genera muchos conflictos sociales y ambientales, se menciona que en el 2019 la defensoría del pueblo reportaba, 186 conflictos mineros, siendo 123 de ellos en temas socio ambiental, (Conflictos mineros en el Perú., 2019).

Hasta el 2018 en el Perú se identificó 8 854 pasivos ambientales mineros (PAM), números exorbitantes a comparación de los 850 (PAM) que se identificaron el 2006 (Minem, 2018).

PAM: “Son instalaciones, emisiones, efluentes, depósitos o restos o de residuos generados por la operación de la actividad minera, que se encuentran inactivas o abandonados y que constituyan un riesgo potencial y latente para el ecosistema circundante y la salud de la población ... (Ley N.º 28271, 2008).

Los PAM causan gran afectación al medio ambiente, perjudicando sus diversos elementos agua suelo, aire, flora, fauna, ecosistemas. Así mismo la salud de las poblaciones cercanas al PAM (pasivo ambiental minero), ya que la minería y los PAM son los principales responsables de la acumulación de metales pesados en el ambiente.

En Huánuco como región de acuerdo al MINEM (2016) “se tiene 301 pasivo ambiental minero, números exorbitantes que superan los 23 PAM identificados en el 2006”.

En el distrito de Cayna, la población cayneña en un 95% estuvo de acuerdo con la explotación minera, por el hecho de tener ingresos económicos por el trabajo que les habilitaría la minera; otros por asarse de dinero con la

venta de terrenos colindantes con la zona de aprovechamiento minero, otros por la habilitación de trochas de carretera, etc. Otros indicaban que la economía del lugar crecería con el comercio gracias a la presencia de la minera. Por otra parte, el 5% de la población rechazaba tajantemente por la destrucción del terreno, además de la contaminación ambiental, del suelo, agua, afectación y pérdida de la flora y fauna. Que a la larga tendrían graves consecuencias (Chávez, 2013).

Por tal motivo, la importancia de esta investigación ya que fue necesario estudiar la influencia del PAM Rondoní en los parámetros del suelo, así mismo para determinar si el suelo alrededor del PAM de (0 – 50 m) presentan concentraciones de metales pesados de (As, Pb, y Cd) que sobrepasen el ECA – suelo.

La presente investigación consta de cinco capítulos, por lo que se encuentra detallado de acuerdo a la estructura, indicada por la UDH.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La minería a la fecha, es la actividad que extrae recursos naturales no renovables con mayor envergadura en el mundo, ya que genera grandes ganancias económicas y a la vez el más perjudicial para la salud y el medio ambiente. Esta actividad causa grandes efectos negativos al ambiente, pérdida del ecosistema del lugar; así como la contaminación de los componentes suelo, agua, aire, etc.; Por otro lado los efectos en la salud de la población, caseríos entre otros, que habitan cerca de un proyecto minero o pasivo ambiental minero, va a ser afectado de manera directa, si bien a corto plazo generaran economía al lugar a la larga se generan los conflictos sociales y ambientales que hoy en día es recurrente y lo habitual a nivel nacional.

En el Perú la actividad minera genera muchos conflictos sociales y ambientales, se menciona que en el 2019 la defensoría del pueblo reportaba, 186 conflictos mineros, siendo 123 de ellos en temas socio ambiental, por lo que reportaron un total de 67 personas heridas a causa de estas marchas de protesta. Donde la población reclama sus derechos, impidiendo que no les arrebaten su calidad de vida, muchos impulsados por un lema recurrente de las poblaciones protestantes en los conflictos mineros “Agua si oro no” (Conflictos mineros en el Perú., 2019).

Minería y medio ambiente (2016) indica que Los impactos principales a causa de la minería son: contaminación de aguas, destrucción de la corteza terrestre afectación de la fauna y flora, de áreas colindantes a la explotación minera, así mismo la población cercana sufren los efectos negativos de la actividad minera; por lo general los impactos son: el desequilibrio de los ecosistemas, pérdida de medios de subsistencia, degradación del medio ambiente, pobreza y comunidades desplazadas del lugar.

En Madre de Dios, Perú, territorio con mucha riqueza en flora y fauna, la realidad es que la minería ilegal, informal, o cualquier otra actividad que tenga que ver con la minería va ganando terreno año tras año que costo miles de

hectáreas de bosques talados, ríos contaminados, generando pérdidas ambientales en general pérdidas incalculables. Del 2013 al 2016 se realizaron en la zona un total de 109 actos de interdicción, invirtiendo 93 millones de soles para ello. La minería ilegal aun así sigue ejecutándose. En ese lapso de tiempo se destruyeron 30 500 Has de bosques por la minería ilegal en Madre de Dios (Minería ilegal en Madre de Dios., 2019).

El caso de Cajamarca, Perú: los CC.PP. de San Juan, San Sebastián de Choropampa, y las localidades de Magdalena, el 02 de junio del 2000, aconteció un derrame de 151 kg aproximadamente de mercurio elemental, afectando en una extensión de 50 kilómetros. Por lo que genero intoxicaciones graves a 1200 personas aproximadamente (entre adultos y niños). Entre los daños ambientales se presentaron contaminación suelo, de los ríos, pérdida de ecosistemas (flora y fauna) los animales expuestos fueron intoxicados gravemente a la mayoría le causó la muerte, por lo que los daños fueron cuantiosos (Geoinnova., s.f.).

El 2004, se promulgó la Ley N° 28271, Ley que Regula los PAM; Hasta el 2018 en el Perú se identificó 8 854 PAM, números exorbitantes a comparación de los 850 pasivos ambientales mineros (PAM), que se identificaron en el año 2006. (MINEM, 2018) indico que las regiones que cuentan con más PAM son 1.378 (Áncash), 1.156 (Cajamarca), 1.140 (Puno), 889 (Huancavelica) y 703 (Lima).

Huánuco como región de acuerdo al MINEM (2016) “se tiene 301 pasivo ambiental minero, números exorbitantes que superan los 23 pasivos ambiental minero identificados en el 2006”. Cabe mencionar que estos pasivos ambientales son los que se encuentran registrados, por el MINEM (Mapa de PAM, en Huánuco véase en el anexo VII).

Por tal motivo, existe la necesidad de investigaciones a respuesta de las problemáticas socio ambientales, siendo recurrente hoy en día por la minería y los pasivos ambientales mineros.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál será la influencia del pasivo ambiental minero Rondoní, en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuáles serán los parámetros físicos del suelo, que se presentan influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna?
- ¿Cuáles serán los parámetros químicos del suelo, que se presentan influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. GENERAL**

Determinar la influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar si los parámetros físicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.
- Determinar si los parámetros químicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Se pretende que, con esta investigación, se pueda contribuir de forma teórica generando nueva información y a la vez muy valiosa en el tema del PAM (pasivo ambiental minero) Rondoní, ya que hoy en día la minería es un factor crucial para la economía peruana y local, por otro lado, es riesgoso para la salud de las poblaciones cercanas a PAM Rondoní, así como para el medio ambiente.

Siendo dicha problemática lo que me incentivo realizar la investigación, como profesional de ingeniería ambiental.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRACTICA**

La presente tesis habilita nueva data, que servirá como datos base para futuros estudios, que puedan buscar soluciones para la recuperación de suelos degradados por pasivos ambientales y la minería que en la actualidad abarcan grandes extensiones de hectáreas en nuestro país.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La metodología usada en la investigación (secuencia metodológica) es practica y de fácil aplicación que facilitara estudios similares, en temática ambiental ya que la presente investigación cuenta con importancia ambiental y social, ya que abarcaría desde el conflicto social recurrente en el país por las mineras y los PAM. En el distrito de Cayna el PAM Rondoní, genera incertidumbre a las poblaciones cercanas, ya que en un tiempo atrás se reforestó algunas áreas del PAM, sin lograr el efecto esperado las plantas de pino y eucaliptos sembrados se secaron y murieron, además de la falta de vegetación del lugar, generan expectativas de contaminación a la población, por lo que es necesario una investigación de ello, si se encuentra metales pesados en el suelo como resultado de la investigación, se podría referir que posiblemente hay efectos negativos indirectos del PAM, hacia la contaminación de los efluentes cercanos por metales pesados.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

En el desarrollo y ejecución de la tesis, no se manifestó limitación alguna que pudo perjudicar el desarrollo de la misma, se asumió con todas las responsabilidades que ameriten el desarrollo de la tesis. Pero cabe indicar las complicaciones que se presentaron:

- Los costos económicos del análisis de suelo.
- La ausencia de laboratorios implementados en la ciudad de Huánuco, para realizar análisis de metales pesados en suelo.
- La ubicación del lugar de investigación, que está a una hora y 1/2 de la ciudad de Huánuco.
- Otros gastos económicos extras que se presentaron y fueron necesarios para la ejecución de la tesis.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

- Recursos económicos: Se conto con los recursos necesarios para poder costear la tesis.
- Información base: Existe información básica y se contó con antecedentes necesarios que nos ayudaron a desarrollar la investigación.
- Disponibilidad de recursos humanos: Se contó con la ayuda de los asesores, que brindaron sus conocimientos y aportes, para la elaboración de la investigación.
- Se cuenta con nueva información teórica y práctica, lo cual servirá como antecedente para investigaciones complementarias.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Marchevsky, N., et al. (2020) en su tesis titulada “Diagnóstico ambiental de una antigua mina de tungsteno en Argentina”. La investigación tuvo como **objetivo**: Evaluación del impacto ambiental con el uso de la matriz de doble entrada. **Resultados**: indicaron que el suelo presento un impacto negativo crítico por los residuos generados, además el agua y paisaje del lugar son afectados severamente por la disposición de residuos. Conclusión: las calificaciones para el elemento ambiental suelo fueron para: Afectación por remoción de la capa orgánica (Severo), Afectación por procesos erosivos (Severo), Afectación por movimiento en masa (Severo), Remoción de la cobertura vegetal (Severo).

Jorquera, M. (2019) en su investigación titulada “PAM - conflictos ambientales y percepción de la contaminación y de la salud de la población”; Santiago - Chile. Tal investigación tuvo como **objetivo**: determinación del PAM “El Escorial” como generador del conflicto ambiental en la población de la comuna de Cabildo. Metodología: se realizó en tres etapas (primera: riesgo para la salud y potencial contaminante; mediante la aplicación de la ficha de identificación de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes), (segunda: encuesta de percepción a la población cercana al PAM “El Escorial”), (tercera: recopilación de datos del perfil epidemiológico de la población). Los **resultados** indicaron que “El Escorial” es un lugar con potencial contaminante. Conclusión: la población de la comuna de Cabildo percibe y detallan otros conflictos ambiental más relevantes.

Latorre, A., Torres, M. (2017) en su tesis titulada “Explotación minera y sus impactos ambientales. El caso de Potosí en Bogotá”. La investigación se basó en el estudio con **objetivo** explorar la relación de la explotación de la minera de materiales de construcción y sus impactos

en la salud y el medio ambiente en Bogotá. Metodología: la investigación fue de tipo descriptivo cualitativo, con base a la revisión bibliográfica, observación y perceptivo en cuanto a la población cercana a una explotación minera de material de construcción, y sus impactos ambientales y en salud, ya que en dichos lugares se generan material particulado. **Resultados** se presentan valores que superan los límites de concentración de (PM2.5) siendo el límite anual 25 µg/m<sup>3</sup>, el promedio anual hallado es de 365 µg/ m<sup>3</sup>); en cuanto a los niveles de PST el límite anual es 100 µg/m<sup>3</sup>; el nivel hallado es 144 µg/m<sup>3</sup>. Por lo que concluye con lo siguiente: se evidencia la nula fiscalización a las industrias extractivas de material de construcción, así mismo el 90 % de las dichas industrias operan sin requisitos legales y el 96% no tienen medias de mitigación ni su Plan de Manejo Ambiental.

### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Ynocente, C., Olórtegui, D. (2018) en su investigación “Evaluación del riesgo toxicológico en personas expuestas a suelos con Pb y Cd en los alrededores del Parque Industrial Infantas en Lima - Perú”. Tuvo como **objetivo**: evaluación del riesgo toxicológica de personas expuestos a suelos con presencia de Cd y Pb en áreas circundantes del parque industrial infantas ... Metodología: la tesis fue de tipo aplicativo y descriptivo para ello se muestreo 20 puntos en Urb. Carabayllo y 20 en la Urb. Villa del Norte. **Resultados** en la Urb. Carabayllo los valores tuvieron una media de 66.97 mg/kg Pb y 0.86 mg/kg Cd; en la Urb. Villa del Norte fue de 51.43 mg/kg Pb y 0.73 mg/kg Cd. Conclusión: los valores hallados no sobrepasaron el ECA para suelo; 140 mg/kg para Pb y 10 mg/kg para Cd.

Díaz, W. (2016) en su tesis titulada “Contaminación del ecosistema en San Mateo de Huanchor por los PAM metalúrgicos y su impacto en la salud de los pobladores”; esta investigación tuvo como **objetivo**: análisis de la existencia de As y Cd en el suelo y agua del CC.PP. San Mateo de Huanchor generados por los PAM metalúrgicos... Metodología: fue un estudio aplicativo y descriptivo, por lo que se realizó un plan de muestreo identificando 10 puntos para la toma de muestras en la zona de estudio.

**Resultados:** los valores obtenidos están por debajo del ECA - suelo de uso (Residencial, Parques, Comercial, Industrial y Extractivo), la estación cuatro fue la que brindó valores más altos de 1.9 mg/kg por debajo del ECA – suelo de uso residencial y parques que es de 10 mg/kg. Conclusiones: indica que los bajos valores hallados se debe al pH de 8.2 perteneciente a suelos alcalinos, lo cual genera precipitación del Cd.

Arce, S. (2017) en su investigación titulada “Suelos contaminados con Pb en la Ciudad de La Oroya y su impacto en las aguas del Río Mantaro”; la misma tuvo por **objetivo:** demostración del impacto del Pb de los suelos de la Oroya en la calidad de agua del río Mantaro evaluando el nivel de Pb. Metodología: la tesis fue aplicativo, de enfoque descriptivo, por lo que se tomaron 30 muestras de suelo, con 1 kg por muestra se mandaron a laboratorio para el análisis respectivo. **Resultados:** el de contenido de Pb de los suelos de la Oroya ubicada al frontis del complejo metalúrgico, presenta valores muy altos que en algunos puntos llegan a los 9000 mg/kg; superando extensamente el ECA – suelo de uso de (vivienda, comercial/industrial y extractivo) que es de 140 y 1200 mg/kg respectivamente. Conclusión: La Oroya urgentemente necesita remediar sus suelos, para que se considere suelo apto para uso de vivienda, entre otros.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rufino, V. (2019) en su investigación titulada “Calidad de suelo como un indicador de contaminación en el botadero la Muyuna, distrito de Rupa Rupa...”. La misma tuvo como **objetivo:** evaluar la calidad del suelo del botadero La Muyuna. Metodología: La tesis fue de tipo aplicada de diseño descriptivo, por lo que se tomaron muestras (contaminadas y no contaminadas) de suelos para realizar los análisis correspondientes en función de evaluar el grado de contaminación. Los **resultados** fueron para: pH en el suelo 7.8; Cd 14.5 ppm; Pb 274.5 ppm. Conclusión: se evidencio que el suelo del botadero la Muyuna, se presenta degradada afectada críticamente por la disposición final de RR.SS..

Bambarén, C. (2019) en su tesis titulado “Impactos significativos del PAM siete cuevas en el centro poblado de Rondós Bajo...”; la cual tuvo como **objetivo** determinación de impactos significativos del PAM 7 cuevas, en el CC. PP. Rondós, con el fin de proponer la remediación ambiental adecuada. Metodología: la investigación presenta un diseño exploratorio secuencial, por lo que se analizó la concentración de metales pesados mediante la espectroscopia de absorción atómica. El **resultado:** para Pb (plomo) según su informe de análisis fue de 1103.3 ppm. Conclusiones: en cuanto a la salud pública por metales pesados (Pb y Cd) no se percibieron impactos negativos significativos, porque las bocaminas se encuentran en desuso (abandonados) por lo tanto no necesita remediación en cuanto a metales pesados (Pb y Cd). En cuanto al criterio salud pública-ambiente físico, no se percibe impactos negativos significativos, ello porque no existen fuentes de agua cercana al pasivo ambiental minero, además está ubicada en quebradas inactivas, lo cual imposibilita la lixiviación de metales en zonas cerca al pasivo ambiental minero siete cuevas.

Chávez, Y. (2020) en su investigación “Evaluación de la concentración de Cd en el suelo y frutos de una plantación de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Aucayacu ...”. La misma tuvo por **objetivo:** evaluación de la concentración de Cd en el suelo y fruto de una plantación de cacao, en la zona de Aucayacu. Metodología: la tesis fue aplicada con diseño cuasi experimental, por lo que se muestreo la zona de estudio recolectando 5 muestras simples de suelo y fruto. **Resultado:** el suelo presento un pH de 5.19 refiriendo que es muy acido, el Cd en el suelo presento un valor promedio de 0.21 ppm. Conclusiones: considerando el resultado se indica que no sobrepasa el ECA – Suelo (de uso agrícola) que es de 1.4 ppm. Pero se evidencia la existencia de Cd en el suelo de un cultivo de cacao en Aucayacu.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. MINERÍA**

Es la actividad que se basa en extraer recursos naturales no renovables como: combustibles fósiles, rocas y minerales (MINEM, 2014).

La actividad minera es considerada como uno de las más longevas de la actividad humana, ya que desde la prehistoria la humanidad utilizó distintos minerales en la fabricación de armas y herramientas. Con el paso del tiempo la actividad evolucionó con el fin de mejorar las condiciones de exploración y explotación de yacimientos mineros. Las empresas mineras se encargan de realizar la actividad como industria lo mismo que se distinguen por ser de gran, mediana y pequeña minería (Wikipedia la enciclopedia libre., 2020).

#### **2.2.1.1. ACTIVIDAD MINERA**

Se basa en recolección selectiva de recursos naturales no renovables (rocas, minerales, combustibles). Por lo que consiste en extraer grandes cantidades de material de la corteza terrestre, para obtener el producto deseado que se presentan en pequeños volúmenes (Dammert, A., Molinella, F., 2007).

### **2.2.2. HISTORIA DE LA MINERÍA EN EL PERÚ**

El instituto de ingeniero de minas del Perú. (2019) indica lo respecto los siguientes:

En el Perú las culturas Chavín (900 a.C.), Paracas (700 – 500 a.C.), Vicus (900 a.C. – 300 d.C.), Nasca (100 d.C.), Mochica (80 d.C.), Tiahuanaco y Wari; desarrollaron la metalurgia. Por ello la minería en el Perú se desarrolló desde la antigüedad, dichas culturas trabajaron con oro, plata y cobre produciendo desde objetos personales hasta adornos de templos, herramientas, armas, utensilios, entre otros.

Desde los años 90 el cambio del modelo económico en el Perú, da inicio a la fase expansiva hasta la actualidad de la industria minera, por lo mismo que a la fecha la actividad minera es el pilar principal de la economía en el Perú (Instituto de ingeniero de minas del Perú., 2019).

### **2.2.3. LA MINERÍA EN EL PERÚ**

El Perú productor importante de distintos metales (zinc, estaño, telurio, molibdeno, plata, oro, plomo, cobre, hierro entre otros) a nivel mundial y latinoamericano. Lo cual es reflejado en la abundancia de recursos minerales, existe gran demanda de los mercados a nivel mundial como de (China, Suiza, Unión Europea, Japón, Canadá y Estados Unidos) por los minerales producidos en el Perú. El Perú en todo América latina es el primer productor de zinc, plomo, oro y molibdeno; y a nivel mundial está en segundo lugar como productor de plata, zinc y cobre. Así mismo es el primer país del mundo con mayor reserva de plata; la cordillera de los andes es el principal depósito mineral a nivel mundial (Ministerio de energía y Minas., S.F.).

#### **2.2.3.1. EXPORTACIONES DE MINERALES EN EL PERÚ**

La minería en el Perú representa el 11% del PBI, el 20% de recaudación fiscal y más del 50% de las divisas, así como la mayor parte de inversión extranjera. Por lo que cabe decir que la minería es el pilar de la economía peruana. Por su parte, las exportaciones minero metálicas alcanzaron los US\$ 2,084 millones, en el mes de febrero de 2020 (ESTAMIN, 2020).

#### **2.2.3.2. TIPOS DE MINERÍA EN EL PERÚ**

Según MINEM (2014):

- **Formal:** Cuenta con los permisos y requisitos (ambientales, sociales, minero y tributarios) de acuerdo a la normativa ambiental vigente.
- **Informal:** No cuenta con requisitos ni permisos para desarrollar la actividad, se encuentran procesando su formalización y mientras tanto opera a pequeña escala en zonas no prohibidas.
- **Illegal:** Realiza su actividad en zonas prohibida, utiliza maquinarias de gran capacidad que están sujetas a erradicación, no cuentan con ningún permiso por lo que incumplen con las normas técnicas y legales vigentes.

### **2.2.3.3. NORMATIVA DE LA MINERÍA EN EL PERÚ**

D.S. N.º 014-92-EM (1992) indica lo siguiente:

- Dicha ley abarca todo respecto a la extracción de los minerales del suelo y sub suelo del territorio peruano (...) excepto hidrocarburos análogos y el petróleo, los recursos geotérmicos y depósitos de guano.
- Refiere que todo recurso mineral pertenece al estado.
- El estado es quien realiza la evaluación y preserva los recursos naturales del país, mediante los medios que tiene que desarrollar (informativo, normativo y fiscalizadora).

### **2.2.3.4. LAS ENTIDADES QUE SUPERVISAN Y FISCALIZAN LAS ACTIVIDADES MINERAS EN EL PERÚ**

- Osinergmin, Sunafil, Oefa y Gobiernos Regionales.

### **2.2.4. PRINCIPALES IMPACTOS NEGATIVOS DE LA MINERÍA**

Geoinnova (s.f.) indica que Los impactos principales a causa de la minería son: contaminación de aguas, destrucción de la corteza terrestre afectación de la fauna y flora, de áreas colindantes a la explotación minera, así mismo la población cercana sufren los efectos negativos de la actividad minera; por lo general los impactos son: el desequilibrio de los ecosistemas, pérdida de medios de subsistencia, degradación del medio ambiente, pobreza y comunidades desplazadas del lugar.

#### **2.2.4.1. CASO DE CONTAMINACIÓN A CAUSA DE LA MINERÍA EN EL PERÚ**

- **Cajamarca, Perú:** Los CC.PP. de San Juan, San Sebastián de Choropampa, y las localidades de Magdalena, el 02 de junio del 2000, aconteció un derrame de 151 kg aproximadamente de mercurio elemental, afectando en una extensión de 50 kilómetros. Por lo que genero intoxicaciones graves a 1200 personas aproximadamente (entre adultos y niños). Entre los

daños ambientales se presentaron contaminación suelo, de los ríos, pérdida de ecosistemas (flora y fauna) los animales expuestos fueron intoxicados gravemente a la mayoría le causó la muerte, por lo que los daños fueron cuantiosos (Geoinnova., s.f.).

#### **2.2.5. PASIVO AMBIENTAL**

Es un sitio geográfico contaminado por la actividad antrópica, que representa un riesgo para el ambiente y la salud pública es considerado pasivo ambiental. Estos pasivos ambientales pueden contaminar los distintos componentes ambientales (agua, aire y suelo) afectan al ecosistema (flora y fauna) existente en el lugar y colindantes a ello. Son generados por negligencia, accidentes y desconocimiento del hombre. Por lo que es posible que el deterioro ambiental se degrade con el tiempo (Bambarén, C., 2019).

#### **2.2.6. PASIVOS AMBIENTAL MINERO EN EL PERÚ**

Según la normativa peruana pasivo ambiental minero PAM: “Son instalaciones, emisiones, efluentes, depósitos o restos o de residuos generados por la operación de la actividad minera, que se encuentran inactivas o abandonados y que constituyan un potencial riesgo para la salud de la población y el ecosistema circundante... (Ley N.º 28271, 2008).

Los PAM causan gran afectación al medio ambiente, perjudicando sus diversos elementos agua suelo, aire, flora, fauna, ecosistemas. Así mismo la salud de la población que habitan cerca al PAM (pasivo ambiental minero).

El 2004, se promulgó la Ley N° 28271, Ley que Regula los PAM...; Hasta el 2018 en el Perú se identificó 8 854 pasivos ambientales mineros (PAM), números exorbitantes a comparación de los 850 PAM, que se identificaron en el año 2006. (MINEM, 2018) indico que las regiones que cuentan con más PAM son 1.378 (Áncash), 1.156 (Cajamarca), 1.140 (Puno), 889 (Huancavelica) y 703 (Lima).

### **2.2.6.1. MARCO LEGAL SOBRE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS**

A diferencia de otros países colindantes en el Perú, la gestión de los PAM fue fortalecido por un marco legal, indicando que el estado no puede financiar el cierre de estas minas abandonadas; corresponde al responsable de la actividad la remediación cierre y saneamiento de los componentes, por lo que dicho marco legal conforma lo siguiente:

- Ley N.º 28271: Ley que regula los PAM.
- D.S. N.º. 059-2005-EM: Reglamento de Pasivos Ambientales Mineros.
- Ley N.º 28098: Ley de Planes de Cierre de Minas.
- Ley N.º 27444: Ley del Procedimiento Administrativo General.

De acuerdo con la Ley de PAM, su remediación implica:

- Identificar los pasivos ambientales mineros ambientales.
- Responsabilidad rehabilitación o remediación.
- Creación de un mecanismo de financiamiento.
- Mitigar los impactos negativos que generaron sobre el ecosistema, propiedad y salud.

### **2.2.6.2. PASIVOS AMBIENTAL MINERO EN LA REGIÓN HUÁNUCO**

Huánuco como región de acuerdo al MINEM (2016) “se tiene 301 pasivo ambiental minero, números exorbitantes que superan los 23 pasivos ambiental minero identificados en el 2006”. Cabe mencionar que estos pasivos ambientales son los que se encuentran registrados, por el MINEM.

### **2.2.7. PROYECTO MINERO RONDONÍ, DISTRITO DE CAYNA**

- **Compañía Minera Volcán S.A.A. - Memoria Anual 2013:** El proyecto se encuentra ubicado en el distrito de Cayna. Es un depósito tipo skarn de magnetita y pirrotita con mineralización de cobre y plata; conformado por 9,911 has de concesiones minera.

Para el 2011, el proyecto ya había realizado 98 mil metros en perforaciones en la zona de Rondoní.

- **Compañía Minera Volcán S.A.A-Memoria Anual 2015:** Los estudios realizados en el año 2013 determino que de acuerdo a la viabilidad económica no se justifica la explotación por tajo abierto. Pero para un minado a largo plazo la zona más rica del halo de skarn con perímetro de 3 mil metros con potencia de hasta 20 metros, posibilita un minado subterráneo.

Skarn, roca de grano grueso repleto de calcosilicatos como anfíboles y granates conformados generalmente a causa de reacción entre rocas plutónicas y rocas carbonatadas como calizas.

#### **2.2.7.1. LA OPINIÓN DE LA POBLACIÓN SOBRE LA MINERA EN CAYNA**

La población cayneña en un 95% estuvo de acuerdo con la explotación minera, por el hecho de tener ingresos económicos por el trabajo que les habilitaría la minera; otros por asarse de dinero con la venta de terrenos colindantes con la zona de aprovechamiento minero, otros por la habilitación de trochas de carretera, etc. Otros indicaban que la economía del lugar crecería con el comercio gracias a la presencia de la minera. Por otra parte, el 5% de la población rechazaba tajantemente por la destrucción del terreno, además de la contaminación ambiental, del suelo, agua, flora y fauna. Que a la larga tendrían graves consecuencias (Chávez, 2013).

#### **2.2.8. MINERA RONDONÍ 2019**

De acuerdo a la cartera de proyectos de construcción de mina del MINEM (2019), detalla lo siguiente acerca de la minería en Rondoní (véase tabla 1).

**Tabla 1**

*Minera Rondoní*

<b>MINERA RONDONÍ</b>			
<b>Operador</b>	Compañía Minera Vichaycocha S.A.		
<b>Inversionista(s)</b>	100%: Grupo Volcán (Suiza)		
<b>UBICACIÓN</b>			
<b>Región</b>	Región Huánuco		
<b>Provincia</b>	Ambo		
<b>Distrito</b>	Cayna		
El proyecto se encuentra ubicado en la cordillera occidental del territorio peruano, a 80 km de Cerro de Pasco.			
<b>DATOS PRINCIPALES DEL PROYECTO</b>			
<b>Inversión global</b>	US\$ 250 millones	<b>Tipo de yacimiento</b>	Skarn de cobre (Cu) y plata (Ag)
<b>Inversión ejecutada</b>	-	<b>Recursos minerales</b>	52.7 Mt @ 0.5% Cu
<b>Inicio de construcción</b>	Por definir	<b>Tipo de mina</b>	Por definir
<b>Inicio de operaciones</b>	Por definir	<b>Vida útil de mina</b>	No disponible
<b>Empleo esperado</b>	Por definir	<b>Potencia de energía</b>	No disponible
<b>Tipo de proyecto</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Nuevo (greenfield)	<b>Fuente de agua</b>	No disponible
	<input type="checkbox"/> Ampliación (brownfield)	<b>Capacidad de planta</b>	No disponible
	<input type="checkbox"/> Reposición (brownfield)	<b>Producción anual estimada</b>	No disponible
	<input type="checkbox"/> Reaprovechamiento (greenfield)		
<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO</b>			
<b>Etapas de avance:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Pre-factibilidad	Por ser un proyecto de envergadura media, la operadora considera colocar en un proceso de venta al proyecto.		
<input type="checkbox"/> Factibilidad			
<input type="checkbox"/> Ingeniería de detalle			
<input type="checkbox"/> Construcción			

---

<b>Estudio de Impacto Ambiental –EIA</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> No presentado	El proyecto aún no cuenta con un (EIA) para actividad de explotación.
<input type="checkbox"/> En elaboración	
<input type="checkbox"/> En evaluación	
<input type="checkbox"/> Aprobado	

---

<b>Inicio de Actividades de Explotación (Plan de Minado)</b>	El operador del proyecto aún no ha presentado su solicitud de Autorización de Actividades de Explotación.	<b>Concesión de Beneficio</b>	Sin autorización de Concesión de Beneficio.
<input checked="" type="checkbox"/> No presentado		<input checked="" type="checkbox"/> No presentado	
<input type="checkbox"/> En elaboración		<input type="checkbox"/> En evaluación	
<input type="checkbox"/> En evaluación		<input type="checkbox"/> Aprobado	
<input type="checkbox"/> Aprobado			

---

**DATOS ADICIONALES DEL PROYECTO:**

Mediante R. D. N° 374-2010-MEM/AAM del 10 de noviembre del 2010, fue aprobado la Modificación del EIA-sd para acciones de exploración, con ello la habilitación de 80 plataformas nuevas donde se realizará sondajes, construcción de nuevas trochas, modificación del diseño del crucero y polvorín. La exploración del proyecto Rondoní implica perforación diamantina de 30,000 metros, evidenciando un alto potencial de incrementar recursos con mineral dócil de fácil flotación.

---

*Nota.* Fuente: Cartera de proyectos de construcción de mina del Ministerio de energía y minas (2019).

### **2.2.7.3. PEDIDO DE LA AUTORIDAD DEL DISTRITO DE CAYNA**

En base al retiro del distrito de Cayna de la minera Volcán, quedo claro que la única y principal actividad económica que pudiera impulsar la economía del distrito es la agricultura. Por lo que el alcalde de Cayna el Sr. Cesar Romero Aquino solicito apoyo para proyectos de irrigación al gobierno regional. Indicando que el distrito cuenta con 11 lagunas con las que podría beneficiar a la población con agua para riego (Ahora., 2019).

### **2.2.9. CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR METALES PESADOS**

“Los metales también son componentes del suelo, ya sea de manera natural o antrópica siendo el así donde se produce la contaminación ambiental por metales pesados” (Cárdenas, A., 2012).

- **Origen antropogénico:** la actividad humana genera el incremento natural de los metales pesados, siendo los principales: la minería, actividad industrial, producción, fundición, vertido de residuos, parque automotor, el uso de plaguicidas, entre otros (Cárdenas, A., 2012).

### **2.2.10. CADMIO (Cd)**

Cárdenas, A. (2012) Es un elemento divalente, con un peso atómico de 48, soluble en ácidos minerales, es un metal tóxico, la asimilación de Cd por un cultivo depende de distintos factores del suelo como:

- La acidez del suelo: la asimilación y/o absorción depende del nivel de acidez.

Robledo, Castaño, A. (2010) indica que el Cd es un agente tóxico que es asociada con la contaminación ambiental, por que presenta características toxicológicas como:

- Bioacumulación.
- Se extiende por grandes distancias en los cursos de agua y con el viento.
- Tolerancia y persistencia en la cadena trófica.
- Efectos adversos para el hombre y el medio ambiente.

#### **2.2.10.1. EFECTO DEL CD EN LA SALUD**

Al consumir alimentos o beber agua con niveles altos de Cd, genera irritación crónica al estómago, a causa de ello se genera: diarrea, vómitos, intoxicaciones que en ocasiones con lleva a la muerte. Así que la ingestión de Cd en niveles bajos, durante periodos prolongados, genera acumulación de cadmio en los riñones por lo que acumulación de niveles altos de tal metal producirá daños crónicos al riñón (ATSDR., 2014).

### **2.2.10.2. EFECTO AMBIENTAL DEL CD**

En un suelo ácido las plantas absorben más Cd, lo cual es un problema porque genera problemas graves a los animales que se alimentan de estas..., los microorganismos importantes del suelo, así como las lombrices son susceptibles a bajas concentraciones de Cd, cuando los niveles de Cd en el suelo es elevada amenaza al ecosistema del suelo (Lenntech, B., 2019).

### **2.2.11. PLOMO (Pb)**

Es un metal pesado que forma parte de la tierra y la corteza terrestre presentándose en pequeñas cantidades (0.002%). El Pb para la salud poblacional es considerado una amenaza significativa.

#### **2.2.11.1. EFECTOS DEL PLOMO EN LA SALUD**

ASTDR (2007) indica que el Pb genera problemas de salud cómo:

- Alta presión sanguínea.
- Dolores musculares y articulares.
- Crecimiento retardado.
- Migrañas
- Complicaciones durante el embarazo.
- Problemas reproductivos.
- Daños al cerebro y al sistema nervioso.

El Pb inhalado o ingerido por gestantes, es absorbido en la sangre y es transportado por la placenta, conllevando a la afectación del desarrollo del feto, siendo ello la causa de aborto, nacimiento prematuro entre otras causas (ASTDR., 2007).

#### **2.2.11.2. EFECTOS AMBIENTALES DEL PLOMO**

Depende mucho de los niveles de concentración que se pueda presentar en el ambiente, por lo que a mayor nivel es más grave, por lo que genera cambio en la alcalinidad del suelo, degrada el suelo, afecta a las plantas, disminuye su productividad,

contaminan los cultivos y el agua. Además, puede conllevar a la desertificación del suelo, afectación a la flora cuando la contaminación es excesiva, y sobre todo es muy peligroso para la salud.

El plomo tiende acumularse en organismos, sedimentos... introduciéndose en la cadena alimenticia.

En los animales una contaminación por Pb, les puede ocasionar efectos graves a su salud inclusive la muerte. Los invertebrados y crustáceos son sensible al Pb (ASTDR., 2007).

## 2.2.12. ECA – SUELO PARA METALES PESADOS (CD, PB, AS)

Tabla 2

*ECA - suelo, parámetros (Cd), (Pb) y (As)*

Parámetros en mg/kg PS	USOS DEL SUELO			Métodos de ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial/ Parques	Suelo Comercial/ Industrial/ Extractivo	
<b>INORGÁNICOS</b>				
<b>Cd</b>	1,4	10	22	EPA 3050
<b>Pb</b>	70	140	800	EPA 3051
<b>As</b>	50	50	140	

*Nota.* Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM.

## 2.3. DEFINICIONES DE CONCEPTUALES

- **Suelo:** Material formado por materia orgánicas, microorganismo y partículas inorgánicas, que conforma desde la capa superficial terrestre hasta los distintos niveles de profundidad (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Suelo agrícola:** Suelo destinado a la producción de cultivos y el desarrollo de ganadería denominada tierras agrícolas (...) (D.S. N° 011-2017-MINAM).
- **Suelo industrial/extractivo:** Donde se realiza la extracción de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) (D.S. N° 011-2017-MINAM).

- **Suelo contaminado:** Suelo con característica química alterada de manera negativa, a causa de las sustancias químicas que fueron depositados por la actividad antrópica. Las concentraciones químicas de estos tipos de suelo presentan un riesgo para la salud del medio ambiente y de los humanos (MINAM., 2013).
- **Parámetro:** Cualquier sustancia o elemento químico del suelo, que pueda definir su calidad (MINAM., 2013).
- **Monitoreo:** Consiste en evaluar sistemáticamente la calidad ambiental, mediante ello se puede determinar los niveles y extensión de la contaminación ambiental, también se puede constatar la efectividad de una remediación (MINAM., 2013).
- **Punto de muestreo:** “Lugar determinado del suelo de donde se recolectarán muestras” (MINAM., 2013).
- **Muestra simple:** “Las que fueron colectados en un lugar y tiempo determinado” (MINAM., 2013).
- **Estándar de calidad ambiental (ECA):** Es un IGA, establecido para determinar el estado de la calidad ambiental. Por lo que establece niveles de concentración de sustancias o elementos existentes en el ambiente que no representes un riesgo para la salud y el ambiente (MINAM., 2013).
- **PH (potencial de hidrógeno):** Es la medida de alcalinidad o acidez de dicha disolución (López. et al, 2013).
- **Contaminación ambiental:** Es la alteración negativa del estado natural del medio ambiente, principalmente se genera por las actividades antrópicas (Wikipedia., 2020).

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

**Ha1:** El pasivo ambiental minero Rondoní, influye en los parámetros físico - químicos del suelo.

**Ho1:** El pasivo ambiental minero Rondoní, no influye en los parámetros físico - químicos del suelo.

## **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICO**

**Ha1:** Los parámetros físicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.

**Ho1:** Los parámetros físicos del suelo, no se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.

**Ha2:** Los parámetros químicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.

**Ho2:** Los parámetros químicos del suelo, no se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Pasivo ambiental minero Rondoní.

### **2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

- Parámetros físico - químicos del suelo.

## 2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3

Operacionalización de variables de la tesis titulada: “Influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTOS
<b>V. independiente:</b>  Pasivo ambiental minero Rondoní.	<b>Pasivos Ambientales (PAM):</b> “Son instalaciones, emisiones, efluentes, depósitos o restos o de residuos generados por la operación de la actividad minera, que se encuentran inactivas o abandonados y que constituyan un riesgo potencial y latente para el la salud de la población y el ecosistema ... (Ley N.º 28271, 2008).	Se recolectarán muestras de suelo, en un área de influencia del pasivo ambiental minero Rondoní, la cual fue predeterminada de acuerdo al objeto de estudio, las muestras recolectadas se llevarán a laboratorio para los análisis.	Parámetros Físicos	Profundidad de muestreo	Cm	Ficha de campo
				Numero de muestras	Uds.	
				Área de muestreo	M	Ficha de campo
				Nivel de distancia del PAM a los puntos de muestreo de suelo	M	
<b>V. dependiente:</b>  Parámetros físico - químicos del suelo.	<b>Parámetros físico químicos del suelo:</b> Son las características del suelo y es representada por la composición particular o básica que presenta el suelo, con la que se puede diferenciar uno de otro. Ejemplo de lo físico (color, textura, peso, etc.); de lo químico (pH, macronutrientes, micronutriente, metales pesados, etc.).		Parámetros Químicos	Peso	Kg	Balanza
				Textura	%	
				Macronutrientes (Ca, P, K y S)	Mg/kg	Resultados de laboratorio
				Micronutrientes (Fe, Mn, Cu y Zn)	Mg/kg	
				Metales pesados (As, Pb y Cd)	Mg/kg	

Nota. La tabla 3, muestra la operacionalización de las variables de estudio, en cuanto a las dimensiones (parámetros físicos y químicos).

# CAPÍTULO III

## MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

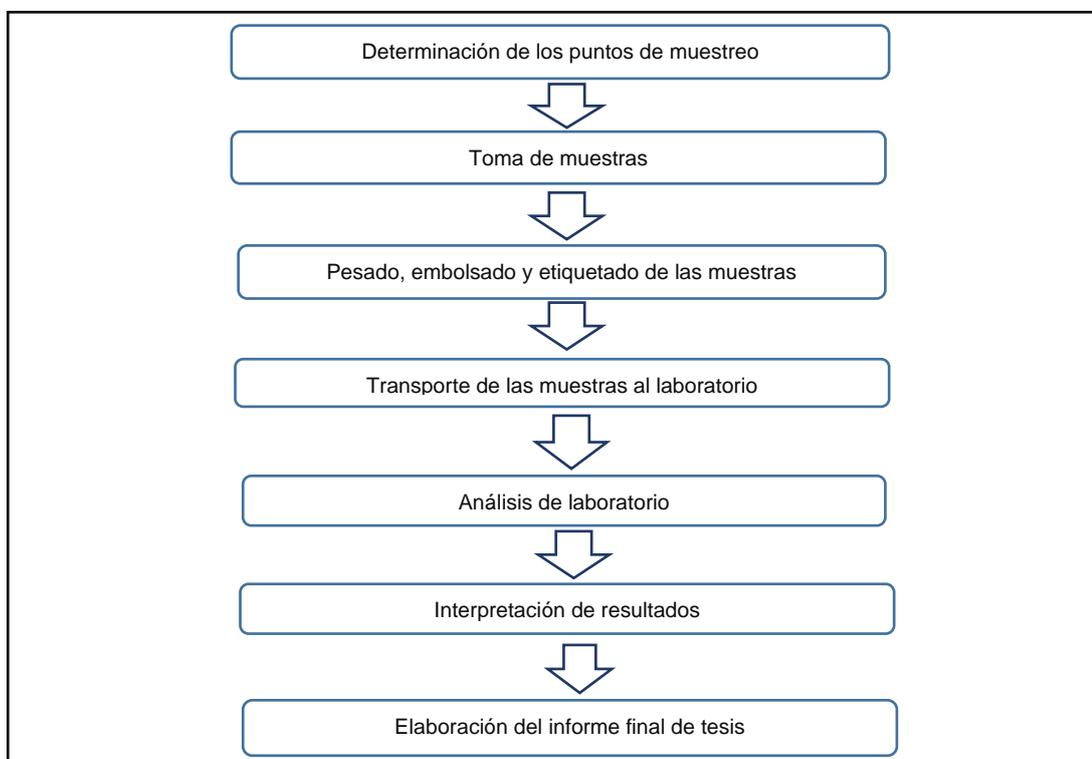
según Supo (2014) la investigación es de tipo:

- Observacional: Porque la tesis trata de observar sin intervenir; ya que no se consideró la modificación de las variables.
- Prospectivo: Ya que se realizó la recolección de datos primarios.
- Transversal: Porque se realizó el muestreo de suelo en un determinado tiempo.
- Analítico: Ya que se contó con más de una variable.

Secuencia metodológica: Determinación del plan de muestreo, recolección de muestras, etiquetado y traslado de las mismas, análisis de laboratorio e interpretación de datos.

**Figura 1**

*Flujograma de la secuencia metodológica*



*Nota.* La figura 1 muestra la secuencia metodológica del estudio mediante un flujograma.

### **3.1.1. ENFOQUE**

La tesis tiene un enfoque mixto, porque se utilizó el método cuantitativo y cualitativo. En la recopilación y presentación de los datos ya que estos se presentan con base a medición numérica, y estadística, descripción e interpretación de los mismos.

“Correlacional porque la investigación busco evaluar la relación existente entre las variables de estudio” (Hernández., et al., 2014).

### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

La investigación es de nivel relacional, ya que cuantifico la relación entre variables, (Supo, 2014) La técnica que se usó fue técnica de muestreo (para suelos) para luego analizar los datos del análisis de laboratorio.

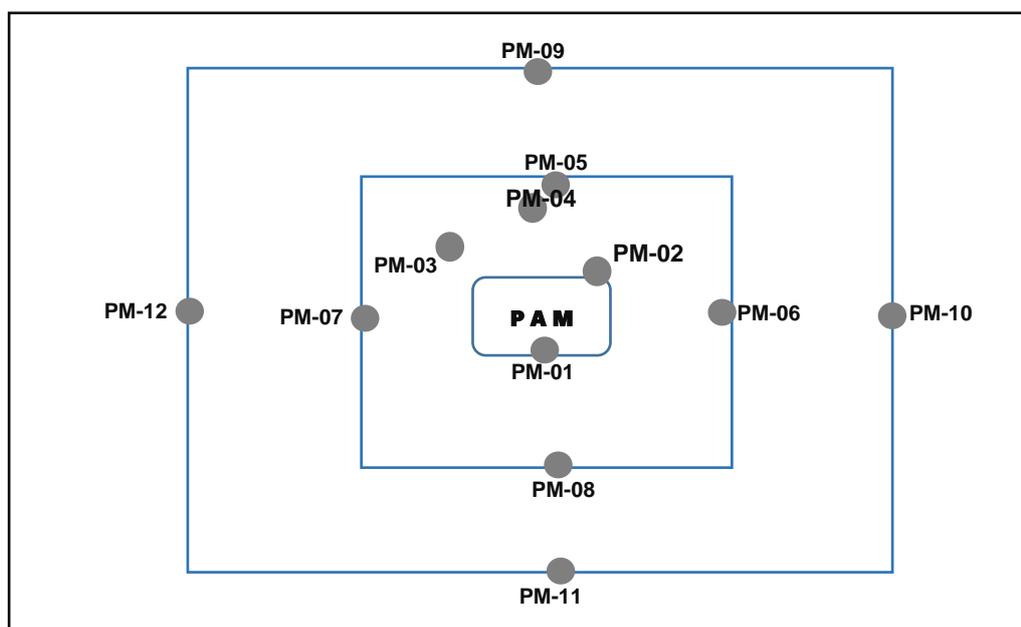
### **3.1.3. DISEÑO**

La tesis tiene un diseño transversal – Descriptivo; transversal porque es de tipo observacional, ya que se tomó las muestras de suelo en un tiempo determinado por lo que se realizó una sola medición.

Descriptivo ya que implico la observación y descripción de las características que presenta las variables, sin intervención o modificación alguna (Hernández et al., 2014) porque se describió la realidad de las características físico - químicos del suelo, cerca al PAM Rondoní; ubicada en el distrito de Cayna.

**Figura 2**

*Diseño transversal para la recolección de muestras de suelo*



*Nota.* La figura 2 muestra el diseño transversal de las muestras de suelo donde:

Donde:

- PAM: Pasivo ambiental minero.
- PM-01 al PM - 4: Punto de muestreo, de 0 a 10 m del PAM.
- PM-05 al PM-08: Punto de muestreo, de 15 a 30 m del PAM.
- PM-09 al PM-12: Punto de muestreo, de 40 a más metros del PAM.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población de estudio corresponde al perímetro total que fue evaluada del pasivo minero Rondoní, lo que constituye de 0 a 50 metros de distancia del pasivo, la misma que fue el área de muestreo, con un aproximado de  $\frac{1}{2}$  Ha (hectárea). El pasivo ambiental Rondoní se ubica en el distrito de Cayna, Provincia Ambo, departamento Huánuco.

**Tabla 4***Coordenadas UTM, de Rondoní, Zona 18*

COORDENADAS GEOGRÁFICA	
<b>Norte:</b>	8 874 730
<b>Este:</b>	346 240

*Nota.* Fuente: Google Earth Pro.

### 3.2.2. MUESTRA

Las muestras, fueron las recolectadas en campo consistió en 4 muestras de suelo por nivel de muestreo, se contó con 3 niveles alrededor del PAM, haciendo un total de 12 muestras de suelo, sacando de los mismo unas 6 sub muestras homogéneas 2 por nivel, todos pertenecieron al perímetro de área de estudio del PAM, Rondoní.

**Tabla 5***Número de muestras del estudio*

Nivel	Metros de distancia del (PAM)	Número de muestra	Sub muestras	Total, de muestras
1	0 a 10 metros	4	2	
2	15 a 30 metros	4	2	6
3	35 a 50 metros	4	2	

*Nota.* La tabla 5 muestra el número de muestras a recolectar por nivel.

Las muestras fueron de tipo no probabilístico, por lo que se basó en la decisión del investigador, de acuerdo a las característica y necesidades de la investigación (Bernardo, J., 2019).

## 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Análisis de contenido:** Se investigó bibliografías previamente para recolectar data base, que beneficiaron en el desarrollo de la investigación.

### 3.3.2. PARA EL MONITOREO

El plan de monitoreo para determinar los parámetros químicos del suelo alrededor de la minera Rondoní, ubicado en el Centro poblado de Quío, Distrito de Cayna, incluyeron distintas actividades como:

- **Identificación de la zona de estudio:** Se realizó median una visita previa al lugar en busca del permiso, para el ingreso en el área determinada para el estudio.
- **Puntos de muestreo:** Fue realizada de acuerdo a las necesidades del estudio, además se consideró la accesibilidad de la zona.
- **Materiales y equipos:** Que fueron necesarios fueron lo siguiente:

**Tabla 6**

*Materiales y equipos para la toma de muestra de suelo*

<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
Equipos y materiales	Bolsas ziploc, GPS, otros.
Indumentaria de protección	Lentes, Guantes, otros.
Otros	Cinta métrica, cinta adhesiva, lapicero, balanza manual, pala de mano, fichas y formatos de campo.

*Nota.* La tabla 6 muestra los materiales y equipos necesarios para la toma de muestra de suelo.

- **Procedimiento de toma de muestras:** Se realizó de acuerdo al D.S. N° 002-2013-MINAM (2013).

**Tabla 7**

*Profundidad del muestreo según el uso del suelo*

<b>USOS DEL SUELO</b>	<b>PROFUNDIDAD DEL MUESTREO</b>
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm

*Nota.* Fuente: D.S. N° 002-2013-MINAM (2013).

Por lo que se tomaron 12 muestras de 1 kg (véase panel fotográfico), de hoyos de 0 a 10 cm de profundidad, las muestras enviadas a laboratorio fueron 2 sub muestras homogéneas por nivel, cada una de 1 kg.

- **Rotulado y Etiquetado:** Se utilizaron etiquetas, donde se detallaron información pertinente.
- **Transporte y almacenamiento de muestras:** Se consideró lo siguiente:

La muestra de suelo se selló, rotulo, se aisló de la luz solar en una bolsa y mochila hasta la entrega al laboratorio.

El paso final de la toma de muestra de suelo incluye el análisis de suelo realiza por un laboratorio y el procesamiento de datos.

### **3.3.3. INSTRUMENTOS**

Utilizados para la recopilación y procesamiento de los datos fueron los siguiente:

- Ficha y formatos de campo.
- ECA de suelo y ficha de muestreo de suelo.
- Programas SPSS y Excel.
- Etiquetas de muestreo y registros de campo.

## **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DATOS**

### **3.4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS**

Los datos cuantitativos de los resultados de laboratorio, fueron procesados mediante los programas SPSS y Excel.

### **3.4.2. TÉCNICAS DE PRESENTACIÓN DE DATOS**

Los datos cualitativos se presentan en forma sintetizada y de manera descriptiva, también mediante la interpretación de los gráficos de barras que se presenta.

Los datos cuantitativos se presentan en tablas y mediante gráficos de barras, procesadas mediante los programas SPSS y Excel.

### 3.4.3. INTERPRETACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Los datos de laboratorio se registraron en tablas donde se detallaron los resultados obtenidos junto a su gráfico de barras correspondientes.

## 3.5. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL Y PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.5.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO

La investigación se realizó en el PAM Rondoní, Centro poblado de Quío, Distrito de Cayna.

**Tabla 8**

*Ubicación del lugar de estudio*

Ubicación política	
Región	Huánuco
Provincia	Ambo
Distrito	Cayna
Lugar	Rondoní (Centro poblado de Quío)
Coordenadas UTM – WGS- 84	
Este	346 240
Norte	8 874 730
Altitud	4 269 m

*Nota.* Fuente: Google Earth Pro.

### 3.5.2. PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN

- **Periodo de trabajos de campo y gabinete:** Entre la recolección de datos y el procesamiento de datos, así como la redacción de la tesis tuvo una duración de 6 meses.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Se presentan los resultados del análisis en laboratorio de las muestras de suelo obtenidas alrededor del pasivo ambiental Rondoní. En función al objeto de estudio.

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

##### 4.1.1. ANÁLISIS DE SUELO EN LABORATORIO

Los resultados que se presentan en la tabla 10, fueron brindados por el laboratorio UR DREAM Laboratory, de acuerdo al objetivo de la investigación, por ello se realizó el análisis químico, a las muestras de suelo obtenidas alrededor del pasivo ambiental Rondoní (en adelante PAM).

**Tabla 9**

*Parámetros físicos del muestreo de suelo obtenidos por niveles alrededor del PAM*

Profundidad de muestreo (Cm)	Código de muestras	Código de Sub muestras	Nivel* (m)	Peso sub muestras (kg)	Tipo de suelo (Textura)					
0 - 10	PM - 01	P - 01	Nivel 1 (0 - 10 m)	1	Franco arenoso					
0 - 10	PM - 02									
0 - 10	PM - 03	P - 04								
0 - 10	PM - 04									
0 - 10	PM - 05	P - 06	Nivel 2 (15 - 30 m)				Franco arcillo			
0 - 10	PM - 06									
0 - 10	PM - 07	P - 10						arenoso		
0 - 10	PM - 08									
0 - 10	PM - 09	P - 11	Nivel 3 (35 - 50 m)						Franco arcillo	
0 - 10	PM - 10									
0 - 10	PM - 11	P - 12								arenoso
0 - 10	PM - 12									

*Nota.* Fuente: Resultados a partir de las fichas de campo y análisis de laboratorio.  
\* indica el nivel de donde se obtuvieron las muestras.

La tabla 9 presenta los parámetros físicos del muestreo de suelo obtenidos alrededor del PAM, por lo que se puede evidenciar que las submuestras de nivel 1 son de textura franco arcilloso, mientras que las submuestras de nivel 2 y 3 muestran una textura franco arcillo arenoso.

**a) Resultados del análisis químico del suelo:** En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis químico realizadas a las submuestras del suelo de los alrededores del PAM.

**Tabla 10**

*Resultados del análisis químico del suelo muestreado alrededor del PAM*

Ensayo	Unidad	Resultados					
		P - 01	P - 04	P - 06	P - 10	P - 11	P - 12
Fe	mg/kg	201177	13606	175871	328741	32732	25659
Mn	mg/kg	28897	448	27224	22976	971	1056
Ca	mg/kg	17070	24574	3121	<492	<492	<492
P	mg/kg	16158	<4257	<4257	<4257	<4257	<4257
Ti	mg/kg	3048	1796	2077	785	2991	2559
Cu	mg/kg	2997	131	1894	3764	42	76
K	mg/kg	2870	44607	12836	3394	16005	14280
Zn	mg/kg	2345	84	6092	468	23	16
Sb	mg/kg	1430	<51	820	1421	820	<51
Ni	mg/kg	1037	66	801	2222	158	<46
As	mg/kg	823	41	1120	1295	18	18
V	mg/kg	493	41	305	272	84	50
Ag	mg/kg	410	65	440	906	440	<23
Pb	mg/kg	269	59	2002	<18	<18	9
Sr	mg/kg	165	68	86	27	19	20
W	mg/kg	77	<23	101	<23	101	<23
Zr	mg/kg	17	204	45	<4	168	154
Rb	mg/kg	<5	255	31	<5	84	93
S	mg/kg	<646	4057	<646	<646	<646	<646
Sn	mg/kg	<23	82	162	219	91	<23
U	mg/kg	<11	45	<11	<11	166	<11
Se	mg/kg	<2	5	<2	25	<2	<2
Cd	mg/kg	<26	<26	109	<26	109	<26
Cl	mg/kg	<205	<205	<205	<205	1566	<205
Th	mg/kg	<22	<22	<22	<22	174	<22

*Nota.* Fuente: Resultados a partir del análisis químico del laboratorio.

La tabla 10 presenta los resultados del análisis químico del suelo muestreado alrededor del PAM, mostrando los resultados de los metales pesados de estudio (As, Pb y Cd) los mismo que presentan mayores niveles en el nivel 2 de 15 a 35 m (P – 04 y P – 10) seguido por el nivel 1 (P-01 y P – 04) y nivel 3 (P -11 y P – 12), para mayor detalle del mismo revítese las tablas del 13 al 16 así como sus respectivos gráficos.

#### 4.1.2. RESULTADOS DE LOS MACRONUTRIENTES Y MICRONUTRIENTES PRESENTES EN EL SUELO ALREDEDOR DEL PAM

a) **Macronutrientes:** En la tabla 11 se presenta el resultado de los macronutrientes presentes en las muestras de suelo de los alrededores del PAM.

**Tabla 11**

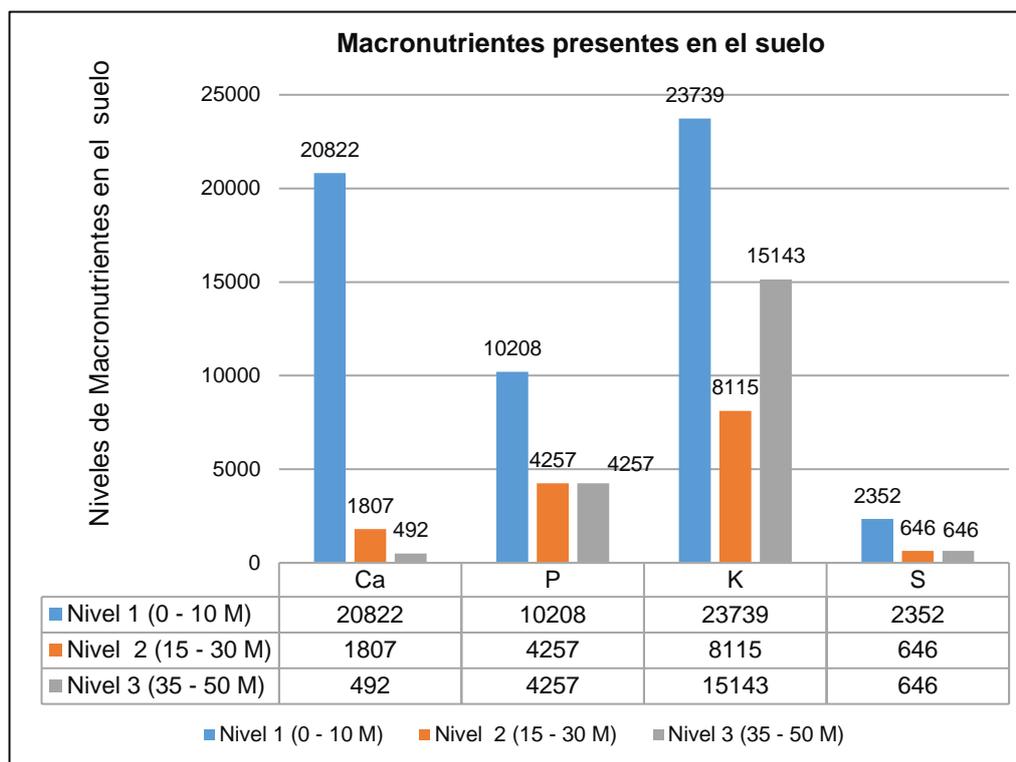
*Niveles de (Ca, P, K, S – Macronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM*

Muestras	Unidad	Macronutrientes			
		Ca	P	K	S
P - 01	mg/kg	17070	16158	2870	<646
P - 04	mg/kg	24574	<4257	44607	4057
<b>Nivel 1 (0 – 10 m)</b>	<b>Promedio (mg/kg)</b>	<b>20822</b>	<b>10208</b>	<b>23739</b>	<b>2352</b>
P - 06	mg/kg	3121	<4257	12836	<646
P - 10	mg/kg	<492	<4257	3394	<646
<b>Nivel 2 (15 – 30 m)</b>	<b>Promedio (mg/kg)</b>	<b>1807</b>	<b>4257</b>	<b>8115</b>	<b>646</b>
P - 11	mg/kg	<492	<4257	16005	<646
P - 12	mg/kg	<492	<4257	14280	<646
<b>Nivel 3 (35 – 50 m)</b>	<b>Promedio (mg/kg)</b>	<b>492</b>	<b>4257</b>	<b>15143</b>	<b>646</b>

*Nota.* Fuente: Resultados a partir del análisis químico del laboratorio.

**Figura 3**

*Niveles de (Ca, P, K, S – Macronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM*



*Nota.* La figura 3 muestra los resultados de los niveles de los macronutrientes presentes en el suelo.

**Descripción:** La tabla 11 y figura 3 muestran, los resultados de los macronutrientes presentes en el suelo alrededor del PAM Rondoní, por niveles donde: se evidencia que en nivel 1 (0 – 10 m) de radio de distancia al PAM, se observa los valores más altos de los macronutrientes (Ca, P, K, S) mostrando una tendencia ya que los valores inferiores se encuentran en el nivel 3 (35 – 50 m), además se pudo observar que el K (potasio) presento el valor más alto con 23739 mg/kg, así mismo el azufre (S) presento el valor más bajo de 2353 mg/kg, ambos en el nivel 1.

**b) Micronutrientes:** La tabla 12 presenta resultados de los micronutrientes presentes en las muestras de suelo de los alrededores del PAM

**Tabla 12**

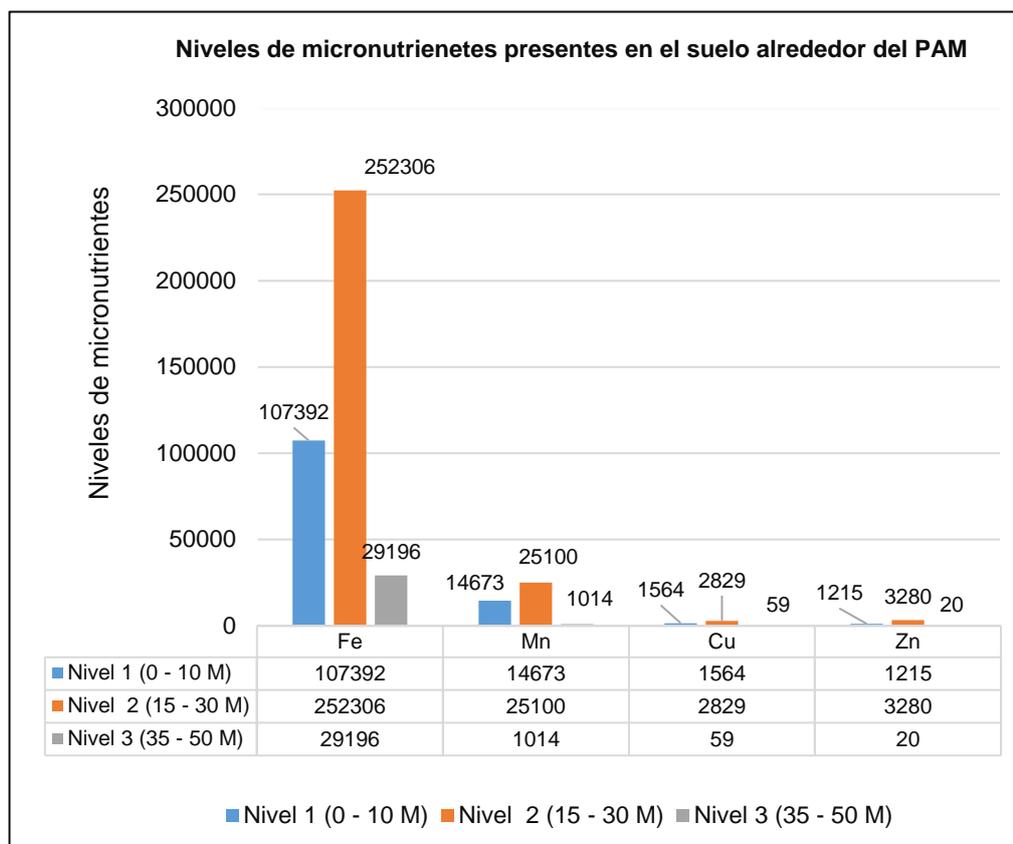
*Niveles de (Fe, Mn, Cu, Zn – Micronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM*

Muestras	Unidad	Macronutrientes			
		Fe	Mn	Cu	Zn
P - 01	mg/kg	201177	28897	2997	2345
P - 04	mg/kg	13606	448	131	84
<b>Nivel 1 (0 – 10 m)</b>	<b>Promedio (mg/kg)</b>	<b>107392</b>	<b>14673</b>	<b>1564</b>	<b>1215</b>
P - 06	mg/kg	175871	27224	1894	6092
P - 10	mg/kg	328741	22976	3764	468
<b>Nivel 2 (15 – 30 m)</b>	<b>Promedio (mg/kg)</b>	<b>252306</b>	<b>25100</b>	<b>2829</b>	<b>3280</b>
P - 11	mg/kg	32732	971	42	23
P - 12	mg/kg	25659	1056	76	16
<b>Nivel 3 (35 – 50 m)</b>	<b>Promedio (mg/kg)</b>	<b>29196</b>	<b>1014</b>	<b>59</b>	<b>20</b>

*Nota.* Fuente: Resultados a partir del análisis químico del laboratorio.

**Figura 4**

*Niveles de (Fe, Mn, Cu, Zn – Micronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM*



*Nota.* La figura 4 muestra los resultados de los niveles de los macronutrientes presentes en el suelo.

**Descripción:** La tabla 12 y figura 4 muestran, los resultados de los micronutrientes presentes en el suelo alrededor del PAM Rondoní, por niveles donde: se evidencia que en nivel 2 (15 – 30 m) de radio de distancia al PAM, se observa los valores más altos de los micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn) mientras que los valores inferiores se encuentran en el nivel 3 (35 – 50 m), además se pudo observar que el Fe (Hierro) presento el valor más alto con 252306 mg/kg, así mismo el Cobre (Cu) presento el valor más bajo con 2829 mg/kg, ambos en el nivel 2.

#### 4.1.3. RESULTADOS DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS METALES PESADOS (AS, PB. CD) PRESENTES EN LAS MUESTRAS DEL SUELO DE LOS ALREDEDORES DE LA PAM

Los valores resultados del análisis químico del laboratorio, muestran los niveles de metales pesados (As, Pb y Cd) presentes en el suelo alrededor del PAM, por lo que dichos valores se compararon con el ECA – Suelo.

**Tabla 13**

*Concentración de metales pesados en comparación con el ECA -SUELO*

Parámetros	Unidad mg/kg	Resultados						ECA - Suelo
		P - 01	P - 04	P - 06	P - 10	P - 11	P - 12	Usos del suelo
								Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo
		Nivel 1 (0 – 10 m)	Nivel 2 (15 – 30 m)	Nivel 3 (35 – 50 m)				
As	mg/kg	823	41	1120	1295	18	18	140
Pb	mg/kg	269	59	2002	<18	<18	9	800
Cd	mg/kg	<26	<26	109	<26	109	<26	22

*Nota.* Fuente: Resultados a partir del análisis químico del laboratorio.

La tabla 13 presenta resultados de la concentración de metales pesados en las muestras de suelos de alrededores del PAM, por nivel (1, 2 y 3) en comparación con el ECA -SUELO.

**a) Resultados de la concentración de Arsénico (As):** La tabla 14 se muestra resultados de la concentración del As alrededor del PAM, en promedios por niveles en comparación al ECA – Suelo.

**Tabla 14**

*Concentración de Arsénico (As) en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo*

Profundidad de muestreo (CM)	Muestras	Arsénico (As) – mg/kg	Nivel**	Promedio por Nivel (As) – mg/kg	Promedio (As) – mg/kg (0 – 50 m)	ECA – mg/kg *
0 - 10	P - 01	823	Nivel 1	432	552.5	140
0 - 10	P - 04	41	(0 – 10 m)			
0 - 10	P - 06	1120	Nivel 2	1208	552.5	140
0 - 10	P - 10	1295	(15 – 30 m)			
0 - 10	P - 11	18	Nivel 3	18	552.5	140
0 - 10	P - 12	18	(35 – 50 m)			

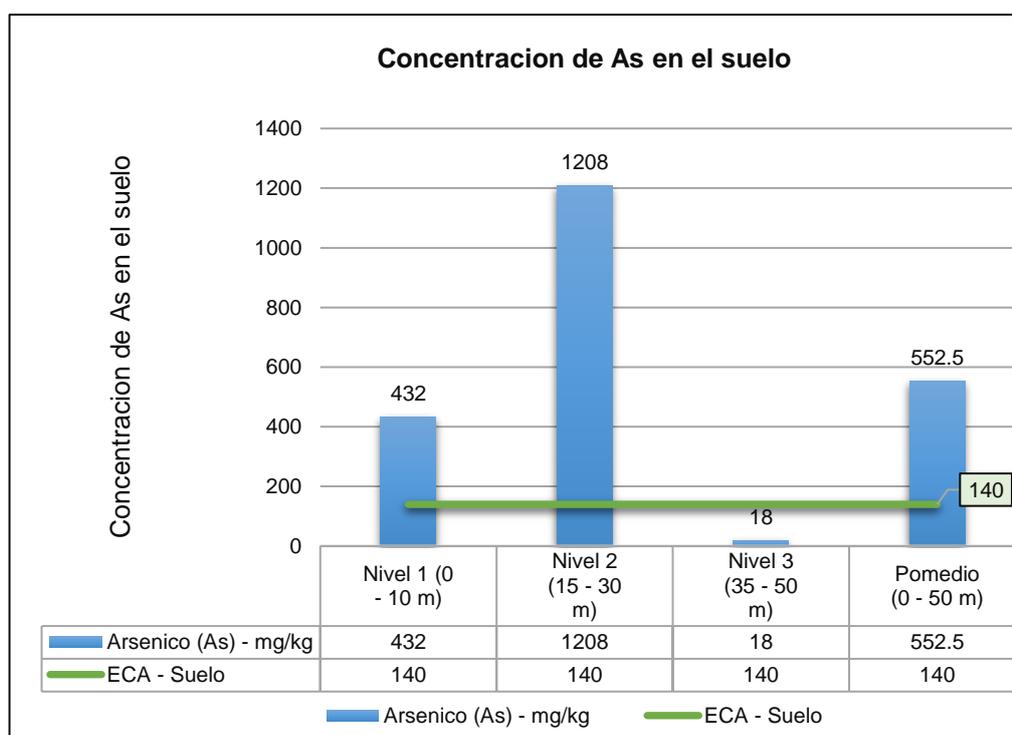
\* ECA – Suelo: según uso de suelo la misma que fue (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo).

\*\*Radio o nivel de distancia del PAM a los puntos de muestreo de suelo.

*Nota.* Fuente: Resultados a partir del análisis químico del laboratorio.

**Figura 5**

*Concentración de As en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo*



*Nota.* La figura 5 muestra la concentración de As en el suelo comparado con el ECA.

**Descripción:** La tabla 14 y figura 5 muestran, los resultados de concentración de (As) en el suelo del PAM Rondoní, en promedios por niveles en comparación al ECA – Suelo, indicando que en el nivel 1 (0 – 10 m) y nivel 2 (15 a 30 m) sobre pasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo). Mientras que en el nivel 3 (35 – 50 m) no sobrepasa el ECA. Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 551 mg/kg; lo cual sobrepasa el ECA.

**b) Resultados de la concentración de Plomo (Pb):** En la siguiente tabla se mostrarán los resultados de la concentración de Pb alrededor del PAM, en promedios por niveles en comparación al ECA – Suelo.

**Tabla 15**

*Concentración de Pb en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo*

Profundidad de muestreo (CM)	Muestras	Arsénico (Pb) – mg/kg	Nivel**	Promedio por Nivel (Pb) – mg/kg	Promedio (Pb) – mg/kg (0 – 50 m)	ECA – mg/kg *
0 - 10	P - 01	269	Nivel 1			
0 - 10	P - 04	59	(0 – 10 m)	164		
0 - 10	P - 06	2002	Nivel 2			
0 - 10	P - 10	<18	(15 – 30 m)	1010	395.7	800
0 - 10	P - 11	<18	Nivel 3			
0 - 10	P - 12	9	(35 – 50 m)	13		

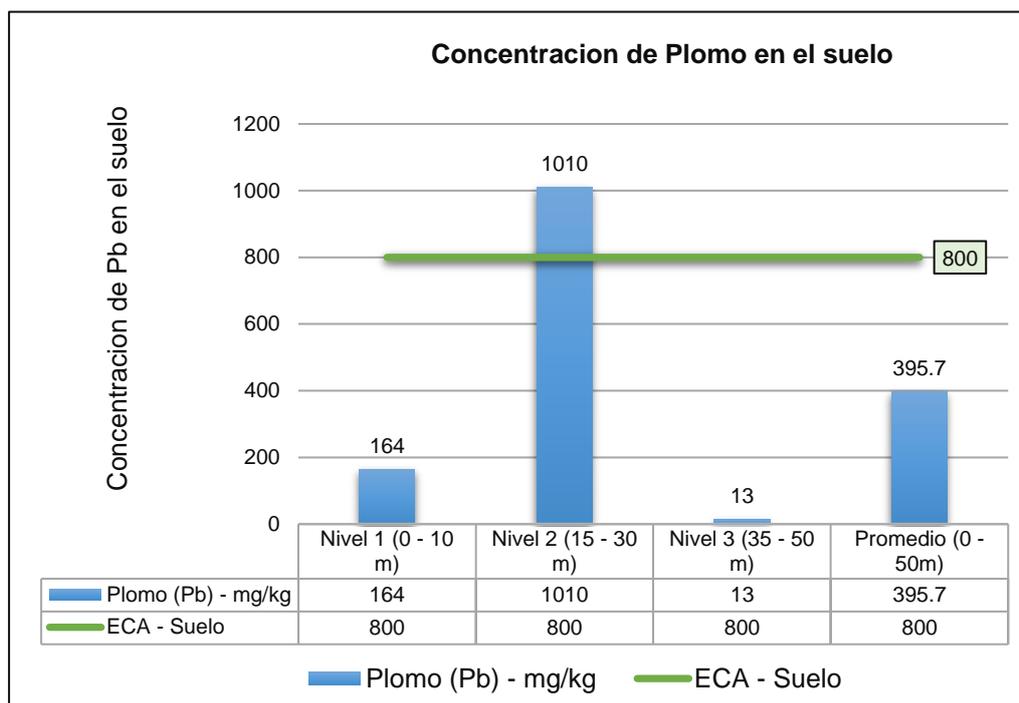
\* ECA – Suelo: según uso de suelo la misma que fue (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo).

\*\*Radio o nivel de distancia del PAM a los puntos de muestreo de suelo.

*Nota.* Fuente: Resultados a partir del análisis químico del laboratorio.

**Figura 6**

Concentración de Pb en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo



Nota. La figura 6 muestra la concentración de Pb en el suelo comparado con el ECA.

**Descripción:** La tabla 15 y figura 6 muestran, los resultados de concentración de plomo en el suelo del PAM Rondoní, en promedios por niveles en comparación al ECA – Suelo, indicando que en el nivel 2 (15 – 30 m) sobre pasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo). Mientras que en el nivel 1 (0 – 10 m) y nivel 3 (35 – 50 m) no sobrepasa el ECA. Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 396 mg/kg; la cual no sobrepasa el ECA – suelo para el parámetro Pb.

**c) Resultados de la concentración de Cadmio (Cd):** La tabla 16 muestra resultados de la concentración de Cd alrededor del PAM, en promedios por niveles en comparación al ECA – Suelo.

**Tabla 16**

*Concentración de Cd en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo*

Profundidad de muestreo (CM)	Muestras	Arsénico (Cd) – mg/kg	Nivel**	Promedio por Nivel (Cd) – mg/kg	Promedio (Cd) – mg/kg (0 – 50 m)	ECA – mg/kg *
0 - 10	P - 01	<26	Nivel 1			
0 - 10	P - 04	<26	(0 – 10 m)	26		
0 - 10	P - 06	109	Nivel 2			
0 - 10	P - 10	<26	(15 – 30 m)	68	53.7	22
0 - 10	P - 11	109	Nivel 3			
0 - 10	P - 12	<26	(35 – 50 m)	68		

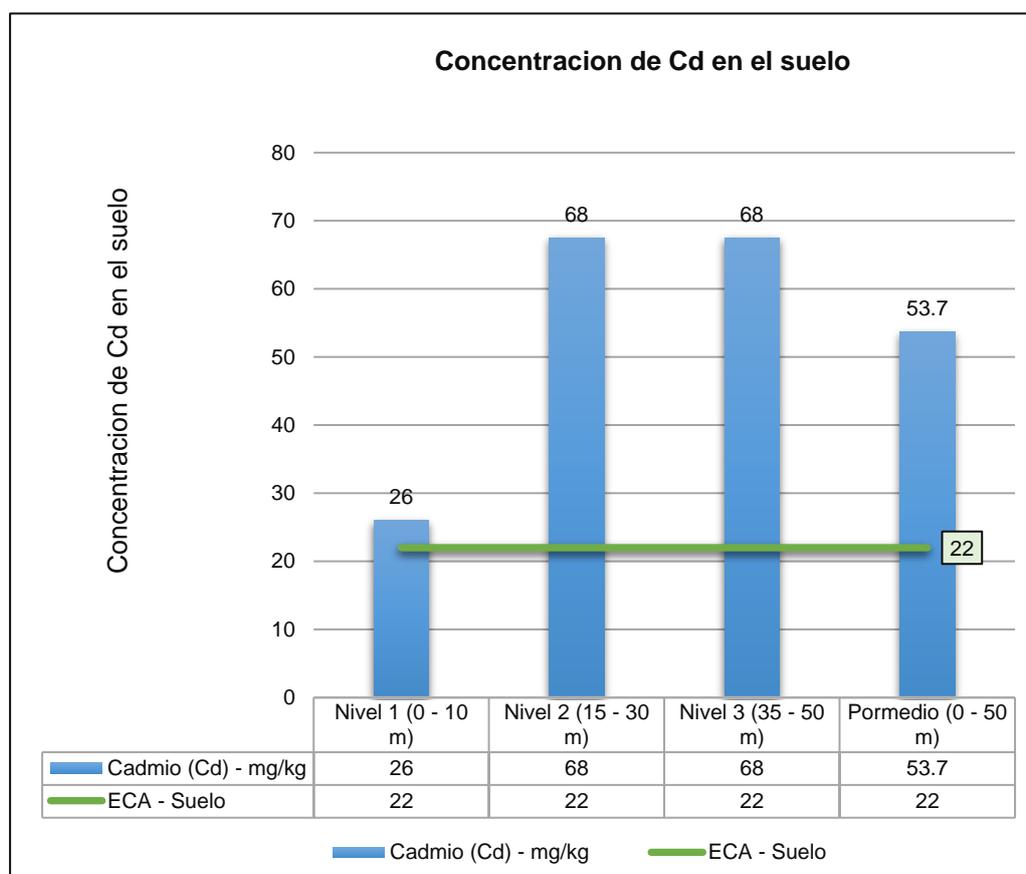
\* ECA – Suelo: según uso de suelo la misma que fue (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo).

\*\*Radio o nivel de distancia del PAM a los puntos de muestreo de suelo.

*Nota.* Fuente: Resultados a partir del análisis químico del laboratorio.

**Figura 7**

*Concentración de Cd en el suelo del PAM Rondoní, en comparación con el ECA – suelo*



*Nota.* La figura 7 muestra la concentración de Cd en el suelo comparado con el ECA.

**Descripción:** La tabla 16 y figura 7 muestran, los resultados de concentración de cadmio en el suelo del PAM Rondoní, en promedios por niveles en comparación al ECA – Suelo, indicando que en todos los niveles (1, 2 y 3) sobre pasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo). Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 54 mg/kg; la cual sobrepasa el ECA – suelo para el parámetro Cd.

## **4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS**

Para contrastar las hipótesis, no se usó algún tipo de prueba estadística, ya que la presente investigación fue descriptiva mas no probabilística, por lo que se utilizó los resultados obtenidos en laboratorio para ser contrastado con el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) aprobado mediante D.S. N.º 011-2017-MINAM. El contraste se realizó en función de la Hipótesis específica 2.

### **4.2.1. PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2**

**Ha2:** Los parámetros químicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.

**Ho2:** Los parámetros químicos del suelo, no se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.

Considerando las hipótesis propuestas y los resultados de laboratorio, de los parámetros químicos de las muestras de suelo de los alrededores del PAM Rondoní, dichos resultados muestran que los parámetros químicos son influenciados por el PAM; siendo estos resultados los siguientes:

**a) En cuanto a los niveles de (Ca, P, K, S – Macronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM:** La tabla 11 y grafico 1, muestran estos resultados, donde se puede evidenciar que los valores

más altos de macronutrientes se presentan en el nivel 1 (0 – 10 m) en un radio de 0 a 10 metros de distancia alrededor del PAM, así mismo los valores inferiores de macronutrientes se encuentran en el nivel 3 (35 – 50 m) en un radio de 35 a 50 metros de distancia alrededor del PAM. Por lo mismo que se deduce que los macronutrientes en el suelo se encuentran influenciados por el PAM.

**b) En cuanto a los niveles de (Fe, Mn, Cu, Zn – Micronutrientes) presentes en el suelo alrededor del PAM:** La tabla 12 y gráfico 2, muestran estos resultados, donde se puede evidenciar que los valores más altos de micronutrientes se presentan en el nivel 2 (15 – 30 m) y nivel 1 (0 – 10 m), así mismo los valores inferiores de macronutrientes se encuentran en el nivel 3 (35 – 50 m) en un radio de 35 a 50 metros de distancia alrededor del PAM. Por lo mismo que se deduce que los micronutrientes en el suelo se encuentran influenciados por el PAM.

**c) En cuanto a la concentración de metales pesados (As, Pb y Cd) presentes en el suelo alrededor del PAM:** Las tablas (13, 14, 15 y 16) y gráficos (3, 4 y 5) muestran estos resultados, donde se pueden evidenciar lo siguientes:

- **As:** La concentración del As, presenta valores más altos en el nivel 2 (15 a 30 m) de 1208 mg/kg; seguido por el nivel 1 (0 – 10 m) con un valor de 432 mg/kg; los cuales sobrepasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 140 mg/kg para As; mientras que en el nivel 3 (35 – 50 m) no sobrepasa el ECA (véase figura 5 y su descripción).
- **Pb:** La concentración del Pb, presenta valores más altos en el nivel 2 (15 a 30 m) de 1010 mg/kg; seguido por el nivel 1 (0 – 10 m) con un valor de 164 mg/kg; nivel 3 (35 – 50 m), cabe indicar que los valores del nivel 2 sobrepasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 800 mg/kg para Pb; mientras que en el nivel 1 y 3 no sobrepasa el ECA (véase figura 6 y su descripción).

- **Cd:** La concentración del Cd, presenta valores más altos en el nivel 2 (15 a 30 m) y 3 (35 – 50 m) ambos con valores de 68 mg/kg; seguido por el nivel 1 (0 – 10 m) con un valor de 26 mg/kg; los cuales sobrepasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 22 mg/kg para Cd, (véase figura 7 y su descripción).

Por lo que de acuerdo a los descritos en los párrafos anteriores y a los resultados obtenidos en la presente investigación, se acepta la hipótesis específica 2 (Ha2) y se rechaza su hipótesis nula (Ho2); ya que los parámetros químicos del suelo (en un radio de 0 a 50 metros de distancia alrededor del PAM) se encuentran influenciados por el PAM Rondoní, distrito de Cayna, provincia de Ambo.

#### **d) Prueba de Wilcoxon**

Cabe mencionar que para este estudio no se consideró el resultado de dicha prueba (Sig. Bilateral se presentan  $>$  a 0.05) y que de acuerdo a ello se aceptaría la Ho2: Los parámetros químicos del suelo, no se encuentran influenciados por el PAM Rondoní, distrito de Cayna. Por lo que se contrapondría a los resultados hallados en la investigación (véase anexo XVI - resultados de la prueba de Wilcoxon).

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Según los resultados obtenidos en la investigación, se puede mencionar que los parámetros químicos del suelo (alrededor del PAM de 0 – 50 m) se encuentran influenciados por el PAM Rondoní, distrito de Cayna, provincia de Ambo. Por ello se analizó lo siguiente:

#### **5.1. PARÁMETROS QUÍMICOS EVALUADOS DEL SUELO**

##### **5.1.1. CONCENTRACIÓN DE (As) EN EL SUELO ALREDEDOR DEL PAM RONDONÍ**

Los resultados que se obtuvieron dieron los siguientes valores: para Nivel 1 (0 – 10 m) 432 mg/kg; nivel 2 (15 a 30 m) 1208 mg/kg, los cuales sobrepasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 140 mg/kg; mientras que en el nivel 3 (35 – 50 m) con un valor de 18 mg/kg no sobrepasa el ECA. Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 551 mg/kg; la cual sobrepasa el ECA – suelo para el parámetro As.

- Al respecto Díaz (2016), en Lima – Perú; la concentración de As que halló en el suelo del área de estudio (centro poblado de San Mateo de Huancho – antiguo PAM) presentó un valor de 60 mg/kg; por lo que sobrepasa el ECA – suelo establecido para (Suelo Residencia/ Parques) que es de 50 mg/kg.
- Por su parte Bambarén (2019), Huánuco – Perú; el resultado de la concentración de As que obtuvo en las muestras de suelo de la bocamina (PAM siete cuevas) fue de 137.8 ppm; la misma que no sobrepasa el ECA - suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 140 mg/kg para As.

### **5.1.2. CONCENTRACIÓN DE (Pb) EN EL SUELO ALREDEDOR DEL PAM RONDONÍ**

Los resultados que se obtuvieron dieron los siguientes valores: para nivel 2 (15 a 30 m) 1010 mg/kg, el cual sobrepasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 800 mg/kg; mientras que en el nivel 1 (0 – 10 m) con 164 mg/kg; y nivel 3 (35 – 50 m) con un valor de 13 mg/kg no sobrepasa el ECA. Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 396 mg/kg; la cual no sobrepasa el ECA – suelo para el parámetro Pb.

- Al respecto Ynocente y Olórtégui (2018) en Lima – Perú; en sus resultados indica que los niveles de Plomo en el suelo del área de estudio (alrededor del Parque Industrial Infantas) fueron: en la Urb. Carabayllo tuvo una media de 66.97 mg/kg y para la Urb. Villa del Norte fue de 51.43 mg/kg; los mismo que no sobrepasan el ECA – suelo establecido para (Suelo Residencia/ Parques) que es de 140 mg/kg; para Pb.
- Por su parte Arce (2017) en la Oroya – Junín; en su resultado indica que la concentración de plomo en el suelo del área de estudio (frente al Complejo Metalúrgico) presenta valores que oscilan entre 300 mg/Kg y 5000 mg/Kg; llegando a valores altos que sobrepasan los 9000 mg/kg como es el caso del área de Huanchan colindante al depósito de escorias. Por lo que sobrepasan el ECA – suelo establecido para (Suelo Residencia/ Parques) que es de 140 mg/kg; para Pb. Así mismo a excepción del primer resultado sobrepasan también el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 800 mg/kg.
- Bambarén, (2019), Huánuco – Perú; el resultado de la concentración de Pb que obtuvo en las muestras de suelo de la bocamina (PAM siete cuevas) fue de 1103.3 ppm; la misma que sobrepasa el ECA - suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 800 mg/kg para Pb.

### **5.1.3. CONCENTRACIÓN DE (Cd) EN EL SUELO ALREDEDOR DEL PAM RONDONÍ**

Los resultados que se obtuvieron dieron los siguientes valores: para Nivel 1 (0 – 10 m) 26 mg/kg; nivel 2 (15 a 30 m) 68 mg/kg al igual que el nivel 3 (35 – 50 m), los cuales sobrepasan el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 22 mg/kg. Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 54 mg/kg; la cual sobrepasa el ECA – suelo para el parámetro Cd.

- Al respecto Ynocente y Olórtogui (2018) en Lima – Perú; en sus resultados indica que los niveles de cadmio en el suelo del área de estudio (alrededor del Parque Industrial Infantas) fueron: en la Urb. Carabayllo tuvo una media de 0.86 mg/kg y para la Urb. Villa del Norte fue de 0.73 mg/kg; los mismo que no sobrepasan el ECA – suelo establecido para (Suelo Residencia/ Parques) que es de 22 mg/kg; para Cd.
- Al respecto Díaz (2016), en Lima – Perú; la concentración de Cd que hallo en el suelo del área de estudio (centro poblado de San Mateo de Huancho – antiguo PAM) presento un valor de 1.94 mg/kg; por lo que no sobrepasa el ECA – suelo establecido para (Suelo Residencia/ Parques) que es de 10 mg/kg.

Por su parte Marchevsky, et al. (2020), en San Luis, Argentina; Los resultados revelaron que el elemento suelo en el área de estudio (antigua mina de tungsteno) resultó ser el factor ambiental con un impacto negativo crítico en relación con la afectación por generación de residuos. Por lo que indico lo siguiente: Afectación por remoción de la capa orgánica (Severo), Afectación por procesos erosivos (Severo), Afectación por movimiento en masa (Severo), Remoción de la cobertura vegetal (Severo).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se indica que existe influencia del Pasivo Ambiental Minero – PAM Rondoní, en los parámetros químicos del suelo, en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM. Por lo que se concluye de la siguiente manera:

- La concentración de As en el suelo alrededor del PAM Rondoní presentaron los siguientes valores: para Nivel 1 (0 – 10 m) 432 mg/kg; nivel 2 (15 a 30 m) 1208 mg/kg, los cuales sobrepasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 140 mg/kg; mientras que en el nivel 3 (35 – 50 m) con un valor de 18 mg/kg no sobrepasa el ECA. Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 551 mg/kg; lo cual sobrepasa el ECA (véase figura 5).
- La concentración de Pb en el suelo alrededor del PAM Rondoní presentaron los siguientes valores: para nivel 2 (15 a 30 m) 1010 mg/kg, el cual sobrepasan extensamente el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 800 mg/kg; mientras que en el nivel 1 (0 – 10 m) con 164 mg/kg; y nivel 3 (35 – 50 m) con un valor de 13 mg/kg no sobrepasa el ECA. Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 396 mg/kg; la cual no sobrepasa el ECA – suelo para el parámetro Pb (véase figura 6).
- La concentración de Cd en el suelo alrededor del PAM Rondoní presentaron los siguientes valores: para Nivel 1 (0 – 10 m) 26 mg/kg; nivel 2 (15 a 30 m) 68 mg/kg al igual que el nivel 3 (35 – 50 m), los cuales sobrepasan el ECA – suelo establecido para (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) que es de 22 mg/kg. Ahora considerando una media y/o promedio en un rango (radio) de (0 – 50 m) metros de distancia alrededor del PAM, se tiene un valor de 54 mg/kg; la cual sobrepasa el ECA – suelo para el parámetro Cd (véase figura 7).

- La concentración de los macronutrientes presentes en el suelo alrededor del PAM Rondoní presentaron los siguientes valores: Para (Ca, P, K, S) en nivel 1 (0 – 10 m) fueron de 20822, 10208, 23739 y 2352 mg/kg (respectivamente), siendo estos los más altos a comparación con el nivel 3 (35 – 50 m) que fue de 492, 4257, 15143 y 646 mg/kg. Además, cabe indicar que se pudo observar que el K (potasio) presentó el valor más alto con 23739 mg/kg, así mismo el azufre (S) presentó el valor más bajo de 2352 mg/kg, ambos en el nivel 1 (véase figura 3).
- La concentración de los micronutrientes presentes en el suelo alrededor del PAM Rondoní presentaron los siguientes valores: Para (Fe, Mn, Cu, Zn) en nivel 2 (15 – 30 m) fueron de 252306, 25100, 2829 y 3280 mg/kg (respectivamente), siendo estos los más altos a comparación con el nivel 3 (35 – 50 m) que fue de 29196, 1014, 59 y 20 mg/kg. Además, cabe indicar que se pudo observar que el Fe (Hierro) presentó el valor más alto con 252306 mg/kg, así mismo el Cobre (Cu) presentó el valor más bajo con 2829 mg/kg, ambos en el nivel 2 (véase figura 4).
- Por lo expuesto en los párrafos anteriores se concluye que los parámetros químicos del suelo (alrededor del PAM de 0 – 50 m) se encuentran influenciados por el PAM Rondoní, distrito de Cayna, provincia de Ambo.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios complementarios, en el lugar con la finalidad de mitigar la problemática de concentración de metales pesados en el suelo generadas por el PAM Rondoní.
- A la población investigadora y a las autoridades competentes se recomienda, realizar estudios de suelo a distancias mayores de 50 metros del PAM Rondoní, para obtener datos complementarios.
- Realizar monitoreos a fuentes de agua cercana al PAM Rondoní, evaluando la presencia de metales pesados.
- Así mismo se recomienda a quienes corresponda, reforestar el lugar con especies de la localidad.
- Realizar estudios en busca de soluciones ante la problemática de presencia de metales pesados en el suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahora. (2019). Ante retiro de Volcán, Cayna pide proyectos; recuperado 16 de noviembre de 2020 de Ahora: <https://www.ahora.com.pe/ante-retiro-de-volcan-cayna-pide-proyectos/>.
- Arce, S. (2017). Suelos contaminados con plomo en la Ciudad de La Oroya Junín y su impacto en las aguas del Río Mantaro. (*Tesis de grado*) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú.
- ATSDR, (2007), Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Statement for Lead, Agust.
- Bambarén, C. (2019). Impactos significativos del pasivo ambiental minero siete cuevas en el centro poblado de Rondos Bajo - distrito de Huánuco – 2018. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental) Universidad de Huánuco; Huánuco - Perú.
- Bernardo, J. (2019). Determinar los parámetros biológicos de agua para riego de vegetales según normativa vigente, en el Distrito Conchamarca - Ambo, Distritos San Francisco de Cayrán y Amarilis – Huánuco, Región Huánuco – octubre 2018 – febrero 2019” Huánuco.
- Cárdenas, A. (2012). De la tesis titulada “Presencia de cadmio en algunas parcelas de cacao orgánico en la cooperativa agraria industrial naranjillo - Tingo María - Perú” para optar el título profesional de: Ingeniero Agrónomo, en la UNAS. Tingo María – Perú.
- Chavez. (2013). Opinión sobre la minera Cayna; recuperado 16 de noviembre de 2020 de: <https://es.scribd.com/document/167353185/Opinion-Sobre-La-Mineria-en-Cayna>
- Chávez, Y. (2020). Evaluación de la concentración de cadmio en el suelo y frutos de una plantación de cacao (*Theobroma cacao L.*) en Aucayacu, distrito de José Crespo y Castillo - Huánuco 2020. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental) Universidad de Huánuco; Huánuco - Perú.
- Compañía Minera Volcán S.A.A.: Memoria Anual 2013. Recuperado el 16 de noviembre de 2020 de: <https://Memoria-Anual-2013-Final.pdf>.

- Compañía Minera Volcán S.A.A.: Memoria Anual 2015. Recuperado el 16 de noviembre <https://Memoria-Anual-2015-Final.pdf>.
- Conflictos mineros en el Perú (2019, 31 de octubre). Tiempo Minero. Recuperado el 23 de enero del 2021 de: <https://camiper.com/tiempominero/186-conflictos-mineros-en-peru-reporta-asi-la-defensoria-del-pueblo/>
- Contaminación (17 de noviembre de 2020). Wikipedia la enciclopedia libre. Recuperado el 16 de noviembre de 2020, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20ambiental%20o%20poluci%C3%B3n,f%C3%ADsico%20o%20un%20ser%20vivo.>
- Díaz, W. (2016). Contaminación del ecosistema en San Mateo de Huanchor por los pasivos ambientales minero metalúrgico y su impacto en la salud de los pobladores. (*Tesis de grado*) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú.
- Dammert, A., Molinella, F. (2007). OSINERGMIN “*Panorama de la Minería en el Perú*”. Lima, Perú.
- ESTAMIN (2020). Boletín estadístico Minero (*La minería peruana*). Recuperado el 16 de noviembre de 2020; Ministerio de energía y Minas: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/VARIABLES/2020/BEMMAR20.pdf>.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). (I. S.A., Ed.) Mexico: Mc.Graw-Hipp.Hill.
- Instituto de ingeniero de minas del Perú (2019). Historia de minería en el Perú. Recuperado el 16 de noviembre de 2020, de Instituto de ingeniero de minas del Perú: <https://iimp.org.pe/mineria-en-el-peru/historia>.
- Inventario de pasivos ambientales mineros, 2016. Dirección general de minería.
- Jorquera, M. (2019). Pasivos ambientales mineros - conflictos ambientales y percepción de la contaminación y de la salud de la población. (*Tesis de grado para optar el grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental*) Universidad de Chile, Santiago - Chile.

- Latorre, A., Torres, M. (2017). Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá. (*Tesis de grado*) Universidad Nacional de Colombia.
- Lenntech BV. (2019). Cadmio–Cd [en línea]: Lenntech. Recuperado de <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cd.htm>.
- Ley que Regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera N° 28271 (2008).
- Marchevsky, N., Giubergia, A., Beninato, M. (2020). Diagnóstico ambiental de una antigua mina de tungsteno en Argentina. (*Tesis de grado*) Universidad Nacional de San Luis, Argentina.
- Minería ilegal en Madre de Dios (2019, 13 de marzo). Actualidad ambiental. Recuperado el 25 de enero del 2021 de: <https://www.actualidadambiental.pe/mineria-ilegal-en-madre-de-dios-operacion-mercurio-2019-el-baile-de-los-que-faltan/>
- Minería y medio ambiente (2016, 10 de junio) Geoinnova. Recuperado el 16 de noviembre de 2020; Geoinnova: <https://geoinnova.org/blog-territorio/mineria-medio-ambiente-casos-contaminacion/>.
- Minería (2020, 16 de noviembre). Wikipedia la enciclopedia libre. Recuperado el 16 de noviembre de 2020, de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%ADa>.
- Ministerio del Ambiente. (2013). Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.
- Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM.
- Ministerio de energía y Minas. (s.f.). Perú país minero. Recuperado el 16 de noviembre de 2020, Ministerio de energía y Minas: <http://mineria.minem.gob.pe/institucional/peru-pais-minero/>.
- Ministerio de energía y minas (2014). Plan estratégico institucional. Recuperado el 17 de noviembre de 20, de: [https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/13100/PLAN\\_13100\\_2014\\_Plan\\_estrategico\\_institucional\\_MEM\\_2012-2016.pdf](https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/13100/PLAN_13100_2014_Plan_estrategico_institucional_MEM_2012-2016.pdf).
- Ministerio de energía y minas (2019). Cartera de proyectos de construcción de mina; recuperado el 16 de noviembre de 2020 de: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/INVERSION/2019/CP2019-SET2019%20ESP.pdf>.

Partes por millón PPM (2 de julio del 2019). Wikipedia, la enciclopedia libre.

Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Partes\\_por\\_mill%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Partes_por_mill%C3%B3n).

Portal minero (2014). Perú. Recuperado el 16 de noviembre de 2020; de Portal minero:<http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pagelId=94323559>.

Rufino, V. (2019). Calidad de suelo como un indicador de contaminación en el botadero la Muyuna, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú.

Supo, J. (2014). Seminario de investigación científica. Arequipa, Perú: bioestadística.

Ynocente, C., Olórtegui, D. (2018). Evaluación del riesgo toxicológico en personas expuestas a suelos con plomo (Pb) y cadmio (Cd) en los alrededores del Parque Industrial Infantas en Lima - Perú". (Tesis de grado) Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Nájera Fernández, R. (2024). *Influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tesis titulada: “Influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTOS
V. independiente Pasivo ambiental minero Rondoní.	<b>Pasivos Ambientales (PAM):</b> “Son instalaciones, emisiones, efluentes, depósitos o restos o de residuos generados por la operación de la actividad minera, que se encuentran inactivas o abandonados y que constituyan un riesgo potencial y latente para el la salud de la población y el ecosistema ... (Ley N.º 28271, 2008).”	Se recolectarán muestras de suelo, en un área de influencia del pasivo ambiental minero Rondoní, la cual fue predeterminada de acuerdo al objeto de estudio, las muestras recolectadas se llevarán a laboratorio de la UNAS para su respectivo análisis.	Parámetros Físicos	Profundidad de muestreo	Cm	Ficha de campo
				Numero de muestras	Uds.	
				Área de muestreo	M	
				Nivel de distancia del PAM a los puntos de muestreo de suelo.	M	
V. dependiente: Parámetros físico - químicos del suelo.	<b>Parámetros físico químicos del suelo:</b> Son las características del suelo y es representada por la composición particular o básica que presenta el suelo, con la que se puede diferenciar uno de otro. Ejemplo de lo físico (color, textura, peso, etc.); de lo químico (pH, macronutrientes, micronutriente, metales pesados, etc.).	Se recolectarán muestras de suelo, en un área de influencia del pasivo ambiental minero Rondoní, la cual fue predeterminada de acuerdo al objeto de estudio, las muestras recolectadas se llevarán a laboratorio de la UNAS para su respectivo análisis.	Parámetros Físicos	Peso	Kg	Balanza
				Textura	%	
				Macronutrientes (Ca, P, K y S)	Mg/kg	Resultados de laboratorio
				Micronutrientes (Fe, Mn, Cu y Zn)	Mg/kg	
				Metales pesados (As, Pb y Cd)	Mg/kg	

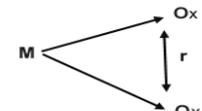
*Nota.* El anexo 1, muestra la operacionalización de variables, en cuanto a las dimensiones se considera de acuerdo a los parámetros físicos y químicos según la variable de estudio.

## ANEXO 2

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

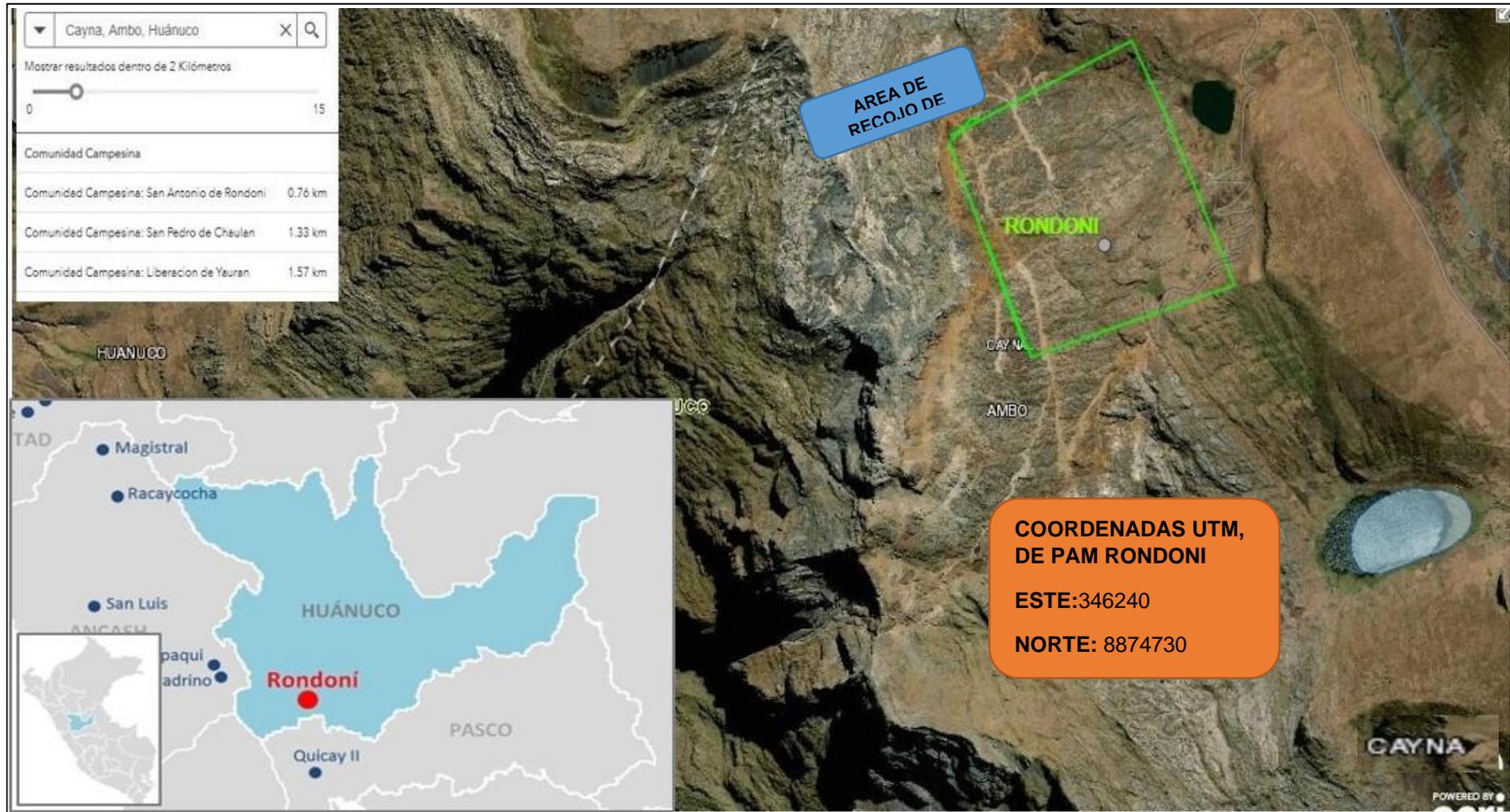
Tesis titulada: “Influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	UNIDAD	POBLACION Y MUESTRA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuál será la influencia del pasivo ambiental minero Rondoní, en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar la influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021.</p>	<p><b>General:</b></p> <p><b>Ha1:</b> El pasivo ambiental minero Rondoní, influye en los parámetros físico - químicos del suelo.</p> <p><b>Ho1:</b> El pasivo ambiental minero Rondoní, no influye en los parámetros físico - químicos del suelo.</p>	<p><b>V. independiente</b></p> <p>:</p> <p>Pasivo ambiental minero Rondoní.</p>	<p>Parámetros Físicos</p>	<p>Profundidad de muestreo</p> <p>Numero de muestras</p> <p>Área de muestreo</p> <p>Nivel de distancia del PAM a los puntos de muestreo de suelo.</p>	<p>Cm</p> <p>Uds.</p> <p>M</p> <p>M</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>La población será la correspondiente al perímetro total que será evaluada del pasivo minero Rondoní, lo que constituye de 0 a 50 metros de distancia del pasivo el cual será el área a muestrear, con un aproximado de ½ Ha (hectárea). El pasivo ambiental Rondoní se ubica en el distrito de Cayna, Provincia Ambo, departamento Huánuco.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles serán los parámetros físico - químicos del suelo, que se presentan influenciados por el pasivo ambiental minero</li> </ul>	<p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar si los parámetros físicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.</li> </ul>	<p><b>Específicos:</b></p> <p><b>Ha1:</b> Los parámetros físicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.</p> <p><b>Ho1:</b> Los parámetros físicos del suelo, no</p>	<p><b>V. dependiente:</b></p> <p>Parámetros físico - químicos del suelo</p>	<p>Parámetros Físicos</p> <p>Parámetros Químicos</p>	<p>Peso</p> <p>Textura</p> <p>Macronutrientes (Ca, P, K y S)</p> <p>Micronutrientes (Fe, Mn, Cu y Zn)</p>	<p>Kg</p> <p>%</p> <p>Mg/kg</p> <p>Mg/kg</p>	<p><b>Muestra:</b></p> <p>Las muestras para esta investigación, serán las que se recolectarán en campo los que consiste en 4 muestras de suelo por nivel de muestreo, se tiene 3 niveles más una muestra del PAM, haciendo un total de 12 muestras de suelo, todos pertenecientes al perímetro de estudio del PAM,</p>

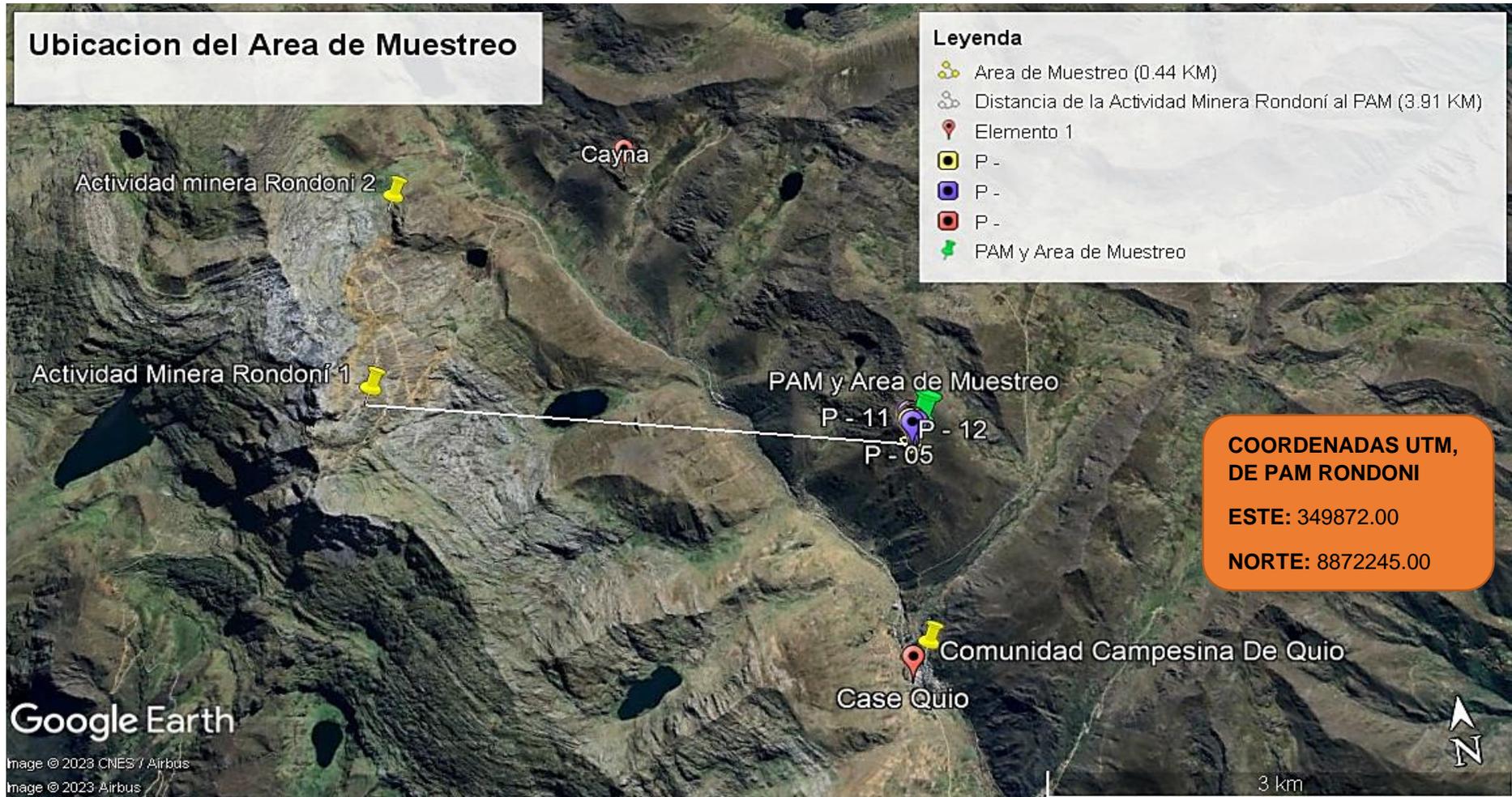
<p>Rondoní, distrito de Cayna?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles serán los parámetros físico - químicos del suelo, que se presentan influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar si los parámetros químicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.</li> </ul>	<p>se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.</p> <p><b>Ha2:</b> Los parámetros químicos del suelo, se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.</p> <p><b>Ho2:</b> Los parámetros químicos del suelo, no se encuentran influenciados por el pasivo ambiental minero Rondoní, distrito de Cayna.</p>	<p>Rondoní ubicado en el distrito de Cayna, provincia Ambo.</p>  <p>Metales pesados (As, Pb y Cd) Mg/kg</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M: Muestra de suelo.</li> <li>• OX: Variable dependiente: Parámetros físico – químicos.</li> <li>• OY: Variable independiente: Pasivo ambiental minero.</li> <li>• r = Relaciones entre variables.</li> </ul> <p>El modelo estadístico para la prueba de hipótesis sera la siguiente:  <b>Y = f (x)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de signos Wilcoxon.</li> </ul>
--	---	--	--

*Nota.* El anexo 2, muestra la matriz de consistencia del proyecto de investigación la misma que contiene (Problema de investigación, Objetivos, Hipótesis, Variables, Dimensión, indicadores y población y muestra).

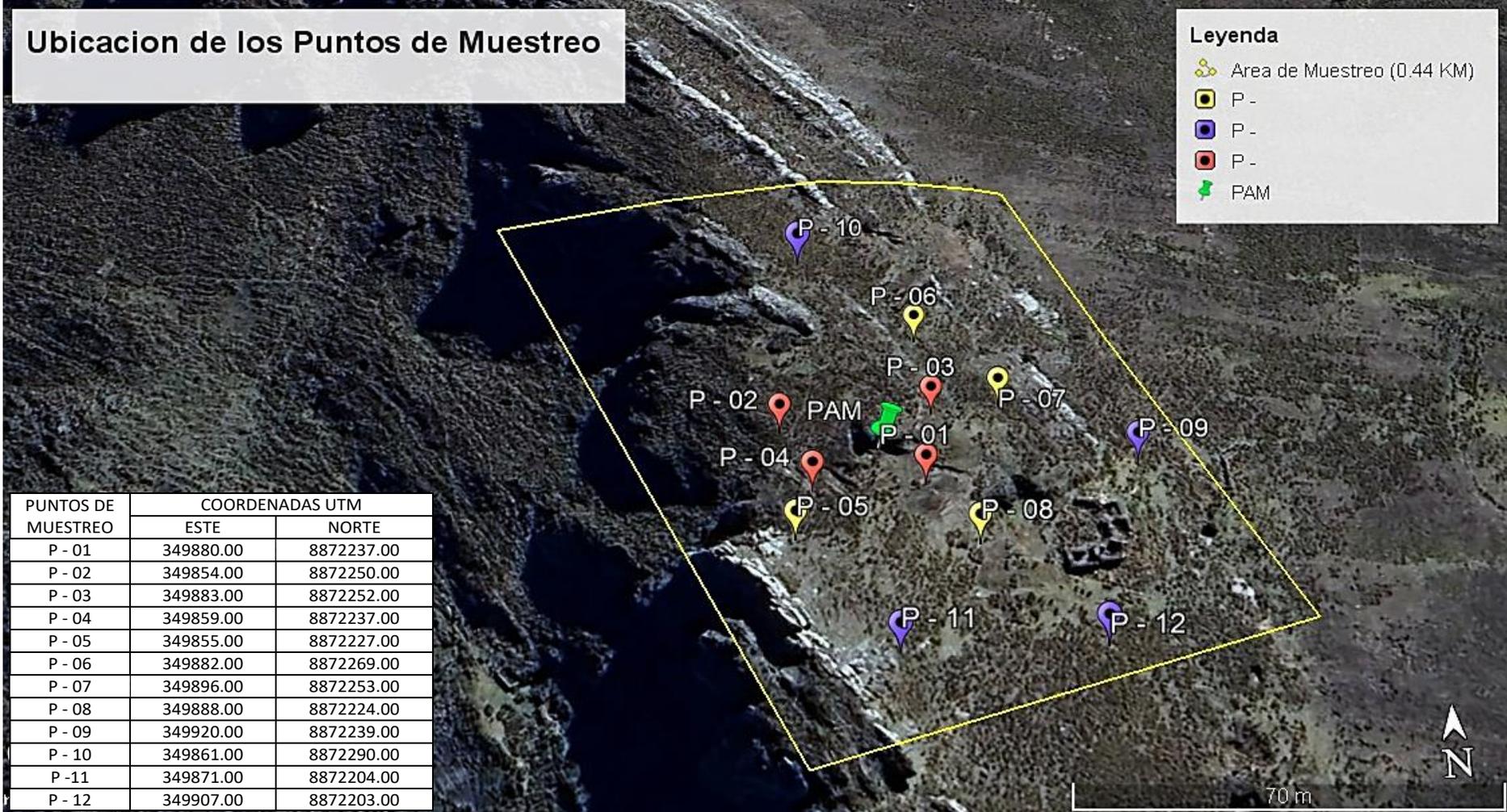
### ANEXO 3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



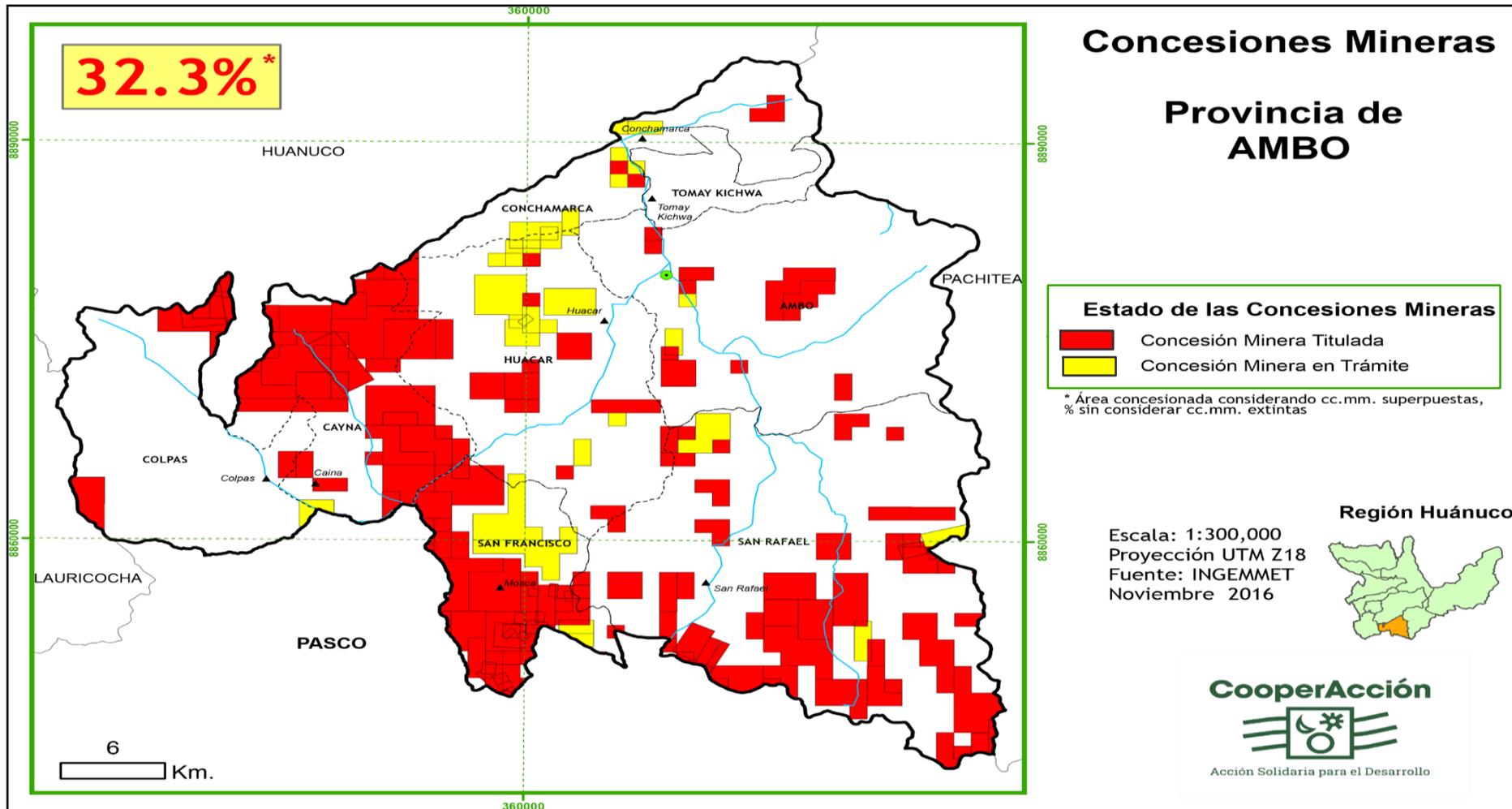
## ANEXO 4 UBICACIÓN DE LA PAM Y ÁREA MUESTREADA



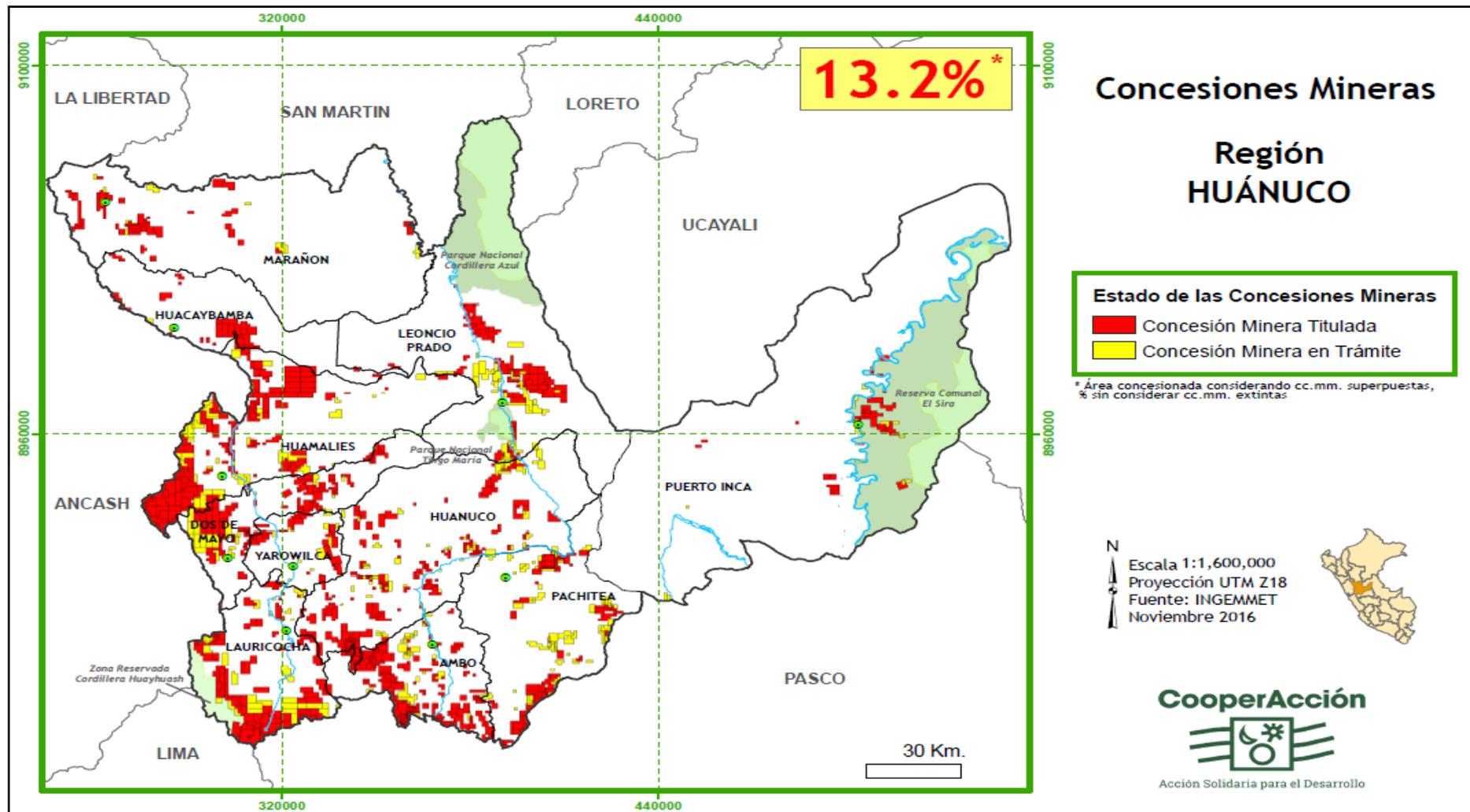
## ANEXO 5 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



## ANEXO 6 CONCESIONES MINERAS EN LA PROVINCIA DE AMBO

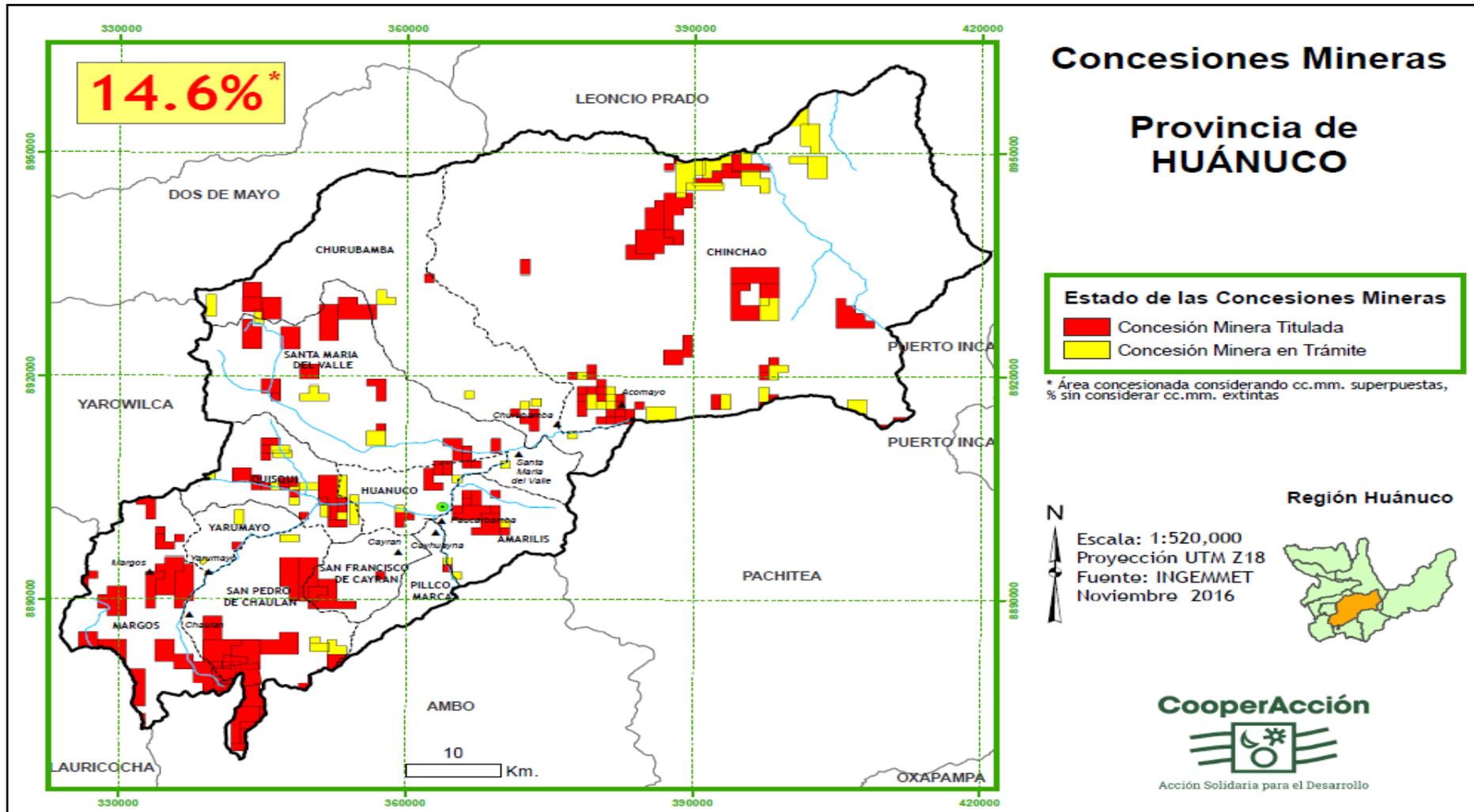


## ANEXO 7 CONCESIONES MINERAS EN LA REGION DE HUÁNUCO



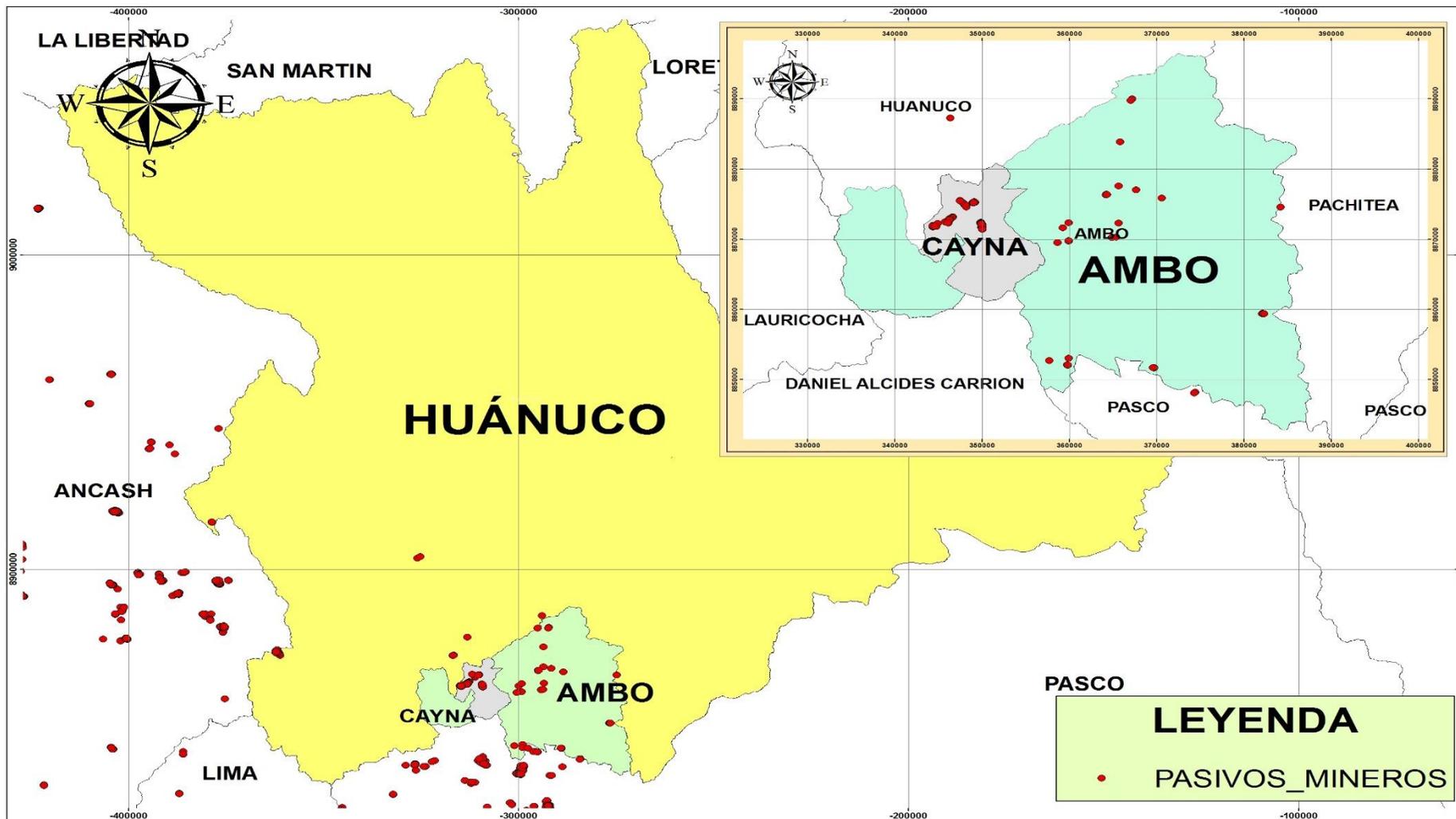
## ANEXO 8

### CONCESIONES MINERAS EN LA PROVINCIA DE HUÁNUCO

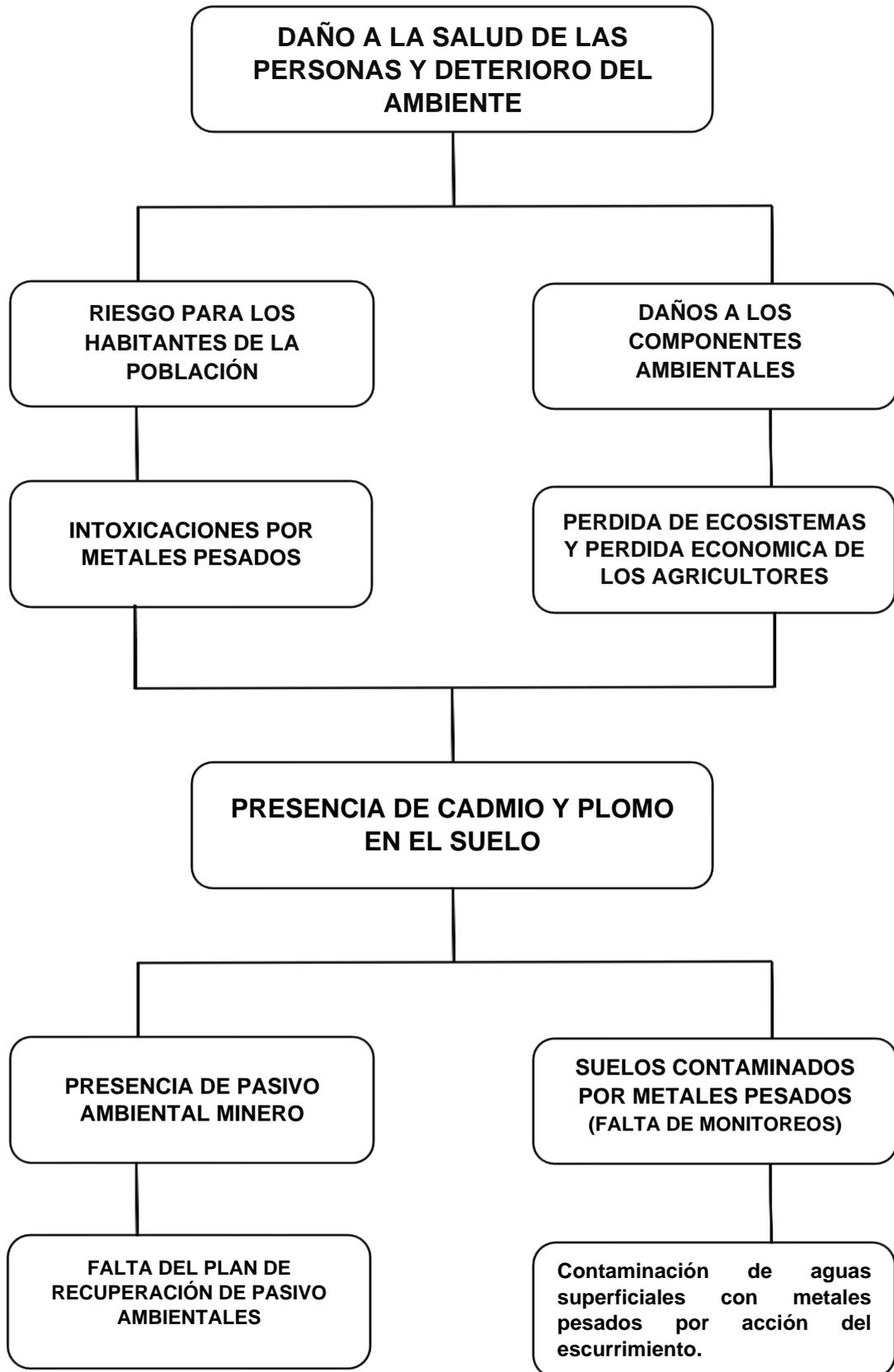


## ANEXO 9

### PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN LA PROVINCIA DE AMBO Y EL DISTRITO DE CAYNA

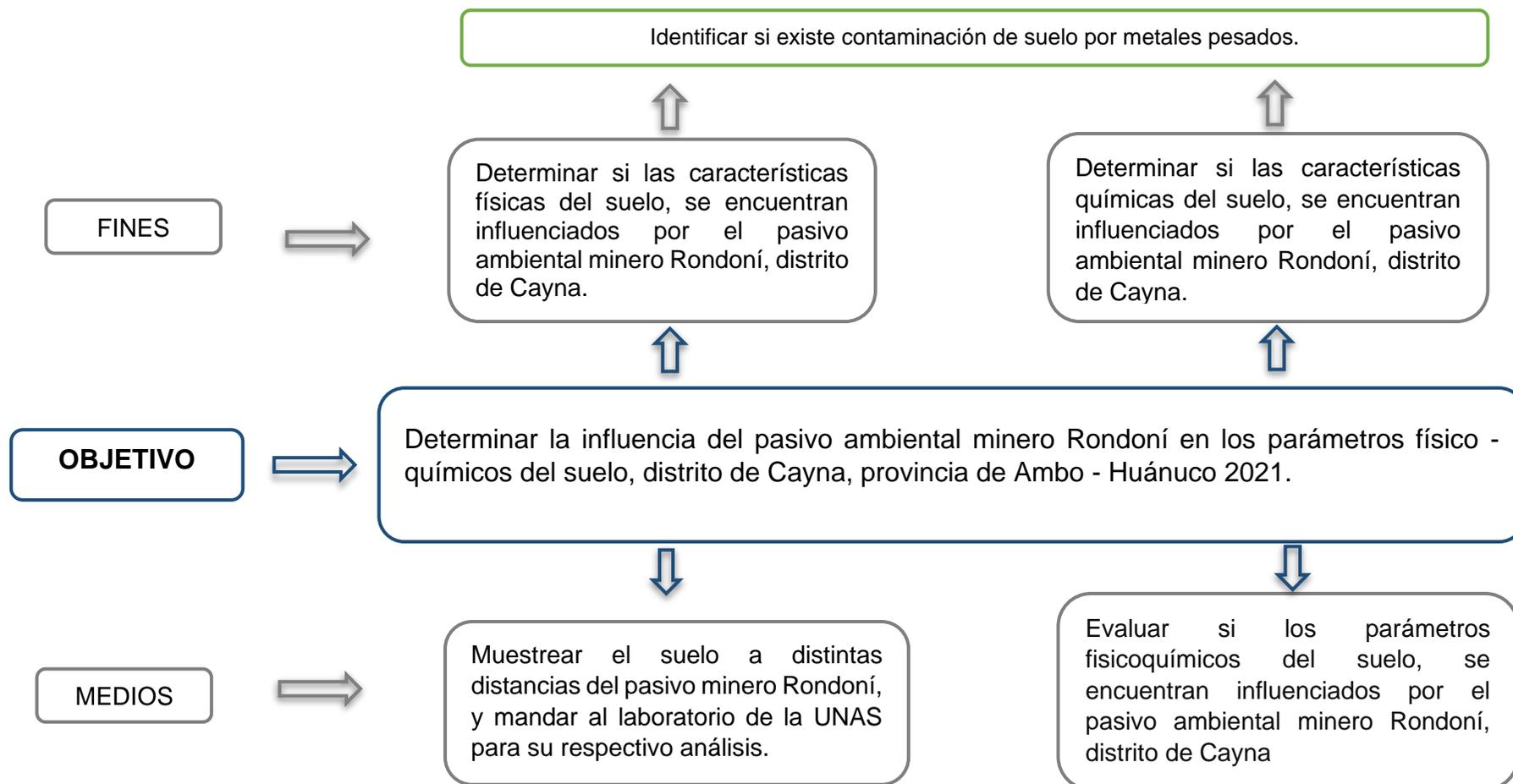


**ANEXO 10**  
**ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO**



## ANEXO 11

### ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



**ANEXO 12**  
**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**

Título del proyecto de investigación: **“Influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021”.**

**Tesista:** Nájera Fernández, Richar.

**Formato N°1: Formato de etiqueta para muestreo** - **Muestreo de:** .....

<b>IDENTIFICACION:</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA:</b>		
<b>CÓDIGO DE LAB:</b>		
<b>LUGAR DE MUESTREO:</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>HORA:</b>	<b>T°:</b>
<b>LOTE:</b>	<b>MUESTREADO POR:</b>	

**ANEXO 13**  
**FORMATOS DE ETIQUETADOS**

IDENTIFICACION: Suelo (extractivo) <del>otro</del> PAM		
CÓDIGO DE MUESTRA: P-01		
CÓDIGO DE LAB: SSA-295-1		
LUGAR DE MUESTREO: - PAM - Pundori - Centro poblado de Quio - Distrito de Cayna		
FECHA: 13-08-2022	HORA: 04:25 am	T°: —
LOTE: Nivel (1) Muestra de nivel (1) (0-10m)	MUESTREADO POR: Nojuro fernandez Riebar	
para Analisis Quimico		

IDENTIFICACION: Suelo (extractivo) PAM		
CÓDIGO DE MUESTRA: P-06		
CÓDIGO DE LAB: SSA-295-3		
LUGAR DE MUESTREO: - PAM - Pundori - Centro poblado de Quio - Distrito de Cayna		
FECHA: 13-08-2022	HORA: 04:30 am	T°: —
LOTE: Nivel (2) muestra del nivel (2) (15-30m)	MUESTREADO POR: Nojuro fernandez Riebar	
para Analisis Quimico		

IDENTIFICACION: Suelo (extractivo) PAM		
CÓDIGO DE MUESTRA: P-12		
CÓDIGO DE LAB: SSA-295-6		
LUGAR DE MUESTREO: - PAM Pundori - Centro poblado de Quio - Distrito de Cayna		
FECHA: 13-08-2022	HORA: 04:30 am	T°: —
LOTE: - Nivel 3 - muestra nivel (3) (35-50m)	MUESTREADO POR: Nojuro fernandez Riebar	
para Analisis Quimico		

**ANEXO 14**  
**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**

Título del proyecto de investigación: **“Influencia del pasivo ambiental minero Rondoní en los parámetros físico - químicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021”**  
**Tesista:** Bach. Najera Fernández, Richar.

<b>DATOS GENERALES</b>	
Nombre del sitio de estudio:	Provincia:
Razón social	Distrito:
Uso principal:	Dirección del predio:
<b>DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
Coordenadas UTM (x, y):	Operador:
Técnica de muestreo:	Instrumentos usados:
Profundidad final:	Relleno del agujero después del muestreo:
<b>DATOS DE LAS MUESTRAS</b>	
Clave de la muestra:	Número de muestra:
Fecha:	Hora:
Profundidad desde:	Profundidad hasta:
Características organolépticas:	Color: <span style="float: right;">Olor:</span>
Textura:	Medido en campo:    si ( )            no ( )
Cantidad de la muestra:	
Medidas de conservación:	
Tipo de muestra:	

**ANEXO 15  
FICHAS DE CAMPO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**

Título del proyecto de investigación: "Influencia del pasivo ambiental minero Rondoni en los parámetros fisicoquímicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021"  
 Tesista: Bach. Naiera Fernández, Richar.

DATOS GENERALES	
Nombre del sitio de estudio: <u>Rondoni (Cerro poblado de Aujio)</u>	Departamento: <u>Huánuco</u>
Razón social: _____	Provincia: <u>Ambo</u>
Uso principal: <u>PAM (Extractivo)</u>	Distrito: <u>Cayna</u>
Dirección del predio: <u>- Cerro poblado de Aujio</u>	
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO	
Coordenadas UTM (x, y): E: <u>349615</u> N: <u>8870562</u>	Operador: <u>Naiera Fernández, Richar</u>
Técnica de muestreo: <u>Muestreo Simple</u>	Instrumentos usados: <u>Espejito de mano, plom -</u>
Profundidad final: <u>10 cm</u>	Relleno del agujero después del muestreo: <u>SI</u>
DATOS DE LAS MUESTRAS	
Clave de la muestra: <u>P-01</u>	Número de muestra: <u>01</u>
Fecha: <u>13-08-2022</u>	Hora: <u>09:05 am</u>
Profundidad desde: <u>0 - 10 cm</u>	Profundidad hasta: <u>10 cm</u>
Características organolépticas: <u>Color - oscuro - y de tipo rocoso</u>	Color: <u>oscuro</u> Olor: <u>-</u>
Textura: _____	Medido en campo: si ( ) no (X)
Cantidad de la muestra: <u>1 kg</u>	
Medidas de conservación: <u>La muestra se llevo en una bolsa de Ziploc con hielo seco y se cubre de la luz solar.</u>	
Tipo de muestra: <u>Muestra compuesta (se curviro 04 muestras simples por uniformarlo).</u>	

## ANEXO 16 FICHAS DE CAMPO

Título del proyecto de investigación: "Influencia del pasivo ambiental minero Rondoni en los parámetros fisicoquímicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021" Tesista: Bach. Naiera Fernández, Richar.	
Departamento: Huánuco	
Nombre del sitio de estudio: PAM Rondoni - Cerro poblado de Guio	Provincia: Ambo
Razón social: —	Distrito: Cayna
Uso principal: Extractivo - PAM	Dirección del predio: Cerro poblado de Guio
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO	
Coordenadas UTM (x, y): E: 349615 N: 8870562	Operador: Naiera Fernández Richar
Técnica de muestreo: Muestro Simple	Instrumentos usados: Espátula de mano, Pico
Profundidad final: 10 cm	Relleno del agujero después del muestreo: Si
DATOS DE LAS MUESTRAS	
Clave de la muestra: p-06	Número de muestra: 03
Fecha: 13-08-2022	Hora: 04:30 am
Profundidad desde: 0 cm	Profundidad hasta: 10 cm
Características organolépticas: color - oscuro y de tipo arenoso	Color: Marrón oscuro Olor: —
Textura: —	Medido en campo: si ( ) no (x)
Cantidad de la muestra: 1kg	
Medidas de conservación: la muestra se llena en un bote de Ziploc con cierre hermético y se cubre de la boca	
Tipo de muestra: Muestra compuesta (se combinó 04 muestras simples para conformar la)	

Título del proyecto de investigación: "Influencia del pasivo ambiental minero Rondoni en los parámetros fisicoquímicos del suelo, distrito de Cayna, provincia de Ambo - Huánuco 2021" Tesista: Bach. Naiera Fernández, Richar.	
Departamento: Huánuco	
Nombre del sitio de estudio: PAM - Rondoni - Cerro poblado de Guio	Provincia: Ambo
Razón social: —	Distrito: Cayna
Uso principal: Extractivo - PAM	Dirección del predio: Cerro poblado de Guio
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO	
Coordenadas UTM (x, y): E: 349615 N: 8870562	Operador: Naiera Fernández Richar
Técnica de muestreo: Muestro Simple	Instrumentos usados: Espátula de mano, Pico
Profundidad final: 10 cm	Relleno del agujero después del muestreo: Si
DATOS DE LAS MUESTRAS	
Clave de la muestra: p-12	Número de muestra: 06
Fecha: 13-08-2022	Hora: 04:30 am
Profundidad desde: 0 cm	Profundidad hasta: 10 cm
Características organolépticas: color - rojo oscuro = Lito P.	Color: Marrón oscuro Olor: —
Textura: —	Medido en campo: si ( ) no (x)
Cantidad de la muestra: 1kg	
Medidas de conservación: la muestra se llena en un bote de Ziploc con cierre hermético y se cubre de la boca	
Tipo de muestra: Muestra compuesta (se combinó 04 muestras simples para conformar la)	

## ANEXO 17

### PROTOCOLO DE MUESTREO DE SUELO

**MUESTREO DE SUELOS** En el Marco Del Decreto Supremo N° 002 – 2013 – MINAM, Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo.

**Planeación y procedimiento del muestreo**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
<b>Tipo de muestreo</b>	El muestreo de identificación tiene por objetivo investigar la existencia de contaminación del suelo a través de la obtención de muestras representativas con el fin de establecer si el suelo supera o no los Estándares de Calidad Ambiental.
<b>Localización, distribución y número de puntos de muestreo</b>	Se localiza en la Región Huánuco, Provincia Ambo, Distrito Cayna, Centro Poblado de Quío. El estudio se centrará en el centro poblado de Quío Se contará con 12 puntos de monitoreo, alrededor del pasivo ambiental.
<b>Profundidad de muestreo</b>	De acuerdo a la guía de muestro de suelo en el marco del D.S. N° 002-2013-MINAM 2013, ECA para suelo (véase la tabla 7).
<b>Tipos de muestras y profundidad de toma</b>	Muestras compuestas para abarcar mayor superficie, siendo estas muestras superficiales tomadas de 0 a 10 cm de profundidad, de acuerdo a la tabla 7.
<b>Estimación del Número total de muestras</b>	De acuerdo al muestreo de identificación se consideró 12 muestras para 1/2 ha de terreno.
<b>Parámetros de campo</b>	Peso
<b>Equipo de muestreo de suelo</b>	GPS, cámara fotográfica, espátula de jardinería, balanza manual entre otros (Véase en la tabla 5)
<b>Medidas para asegurar la calidad del muestreo</b>	Las muestras tienen que estar libre de rocas, ramas, hojas y otros componentes diferentes al suelo del lugar (las muestras se deben tomar utilizando guantes descartables).
<b>Preservación de las muestras</b>	Bolsas de polietileno densa con sierra hermética, esto de acuerdo a la guía de muestreo de suelo y a los parámetros a estudiar (metales pesados). Y tenerlo aisladas de la luz solar. Hasta la llegada al laboratorio.
<b>Tipo de recipientes y volumen de las muestras</b>	Bolsas de polietileno con sierra hermética de un Kg
<b>Plan de salud y seguridad del operario</b>	En la toma de muestras de suelo se tiene que usar guarda polvo, mascarilla descartable, protector facial de ser el caso, guantes descartables y botas de jebe en caso sea conveniente.
<b>Plan de cadena de custodia</b>	Se realizo de acuerdo al anexo XII

## ANEXO 18 PRUEBA DE WILCOXON

**Tabla A**

**Promedios de los metales pesados (As, Pb y Cd) por nivel, en comparación con el ECA – Suelo para (As, Pb y Cd).**

Ítem	Promedio ** (As) – mg/kg	ECA* – As mg/kg	Promedio ** (Pb) – mg/kg	ECA* – Pb mg/kg	Promedio ** (Cd) – mg/kg	ECA* – Cd mg/kg
1	432	140	164	800	26	22
2	1208	140	1010	800	68	22
3	18	140	13	800	68	22

\* ECA – Suelo: según uso de suelo la misma que fue (Suelo Comercial/ Industrial / Extractivo) - DS\_011-2017-MINAM.

\*\* Promedio por nivel: Nivel 1 (0 – 10m), Nivel 2 (15 – 30 m) y nivel 3 (35 – 50 m) de distancia al PAM Rondoní.

Nota. Fuente: Tabla 14, 15 y 16.

### Pruebas NPar Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
PA <sub>s</sub>	3	552.6667	604.10705	18.00	1208.00
PP <sub>b</sub>	3	395.6667	537.35866	13.00	1010.00
PC <sub>d</sub>	3	54.0000	24.24871	26.00	68.00
ECA <sub>As</sub>	3	140.0000	.00000	140.00	140.00
ECAP <sub>b</sub>	3	800.0000	.00000	800.00	800.00
ECAC <sub>d</sub>	3	22.0000	.00000	22.00	22.00

Nota. Fuente: Resultados de SPSS a partir de la tabla A.

- Pas: Promedio de Arsénico.
- PPb: Promedio de Plomo
- PCd: Promedio de Cadmio.

- ECA<sub>As</sub>: ECA – Arsénico.
- ECAP<sub>b</sub>: ECA – Plomo.
- ECAC<sub>d</sub>: ECA – Cadmio.

### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

#### Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
ECA <sub>As</sub> - PA <sub>s</sub>	Rangos negativos	2 <sup>a</sup>	2.50	5.00
	Rangos positivos	1 <sup>b</sup>	1.00	1.00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	3		
ECAP <sub>b</sub> - PP <sub>b</sub>	Rangos negativos	1 <sup>d</sup>	1.00	1.00
	Rangos positivos	2 <sup>e</sup>	2.50	5.00
	Empates	0 <sup>f</sup>		
	Total	3		
ECAC <sub>d</sub> - PC <sub>d</sub>	Rangos negativos	3 <sup>g</sup>	2.00	6.00
	Rangos positivos	0 <sup>h</sup>	.00	.00
	Empates	0 <sup>i</sup>		
	Total	3		

Nota. Fuente: Resultados de SPSS a partir de la tabla A.

- a. ECA<sub>As</sub> < PA<sub>s</sub>
- b. ECA<sub>As</sub> > PA<sub>s</sub>
- c. ECA<sub>As</sub> = PA<sub>s</sub>
- d. ECAP<sub>b</sub> < PP<sub>b</sub>
- e. ECAP<sub>b</sub> > PP<sub>b</sub>

- f. ECAP<sub>b</sub> = PP<sub>b</sub>
- g. ECAC<sub>d</sub> < PC<sub>d</sub>
- h. ECAC<sub>d</sub> > PC<sub>d</sub>
- i. ECAC<sub>d</sub> = PC<sub>d</sub>

### Estadísticos de Prueba <sup>a</sup>

	ECA <sub>As</sub> - PA <sub>s</sub>	ECAP <sub>b</sub> - PP <sub>b</sub>	ECAC <sub>d</sub> - PC <sub>d</sub>
Z	-1.069 <sup>b</sup>	-1.069 <sup>c</sup>	-1.633 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	.285	.285	.102

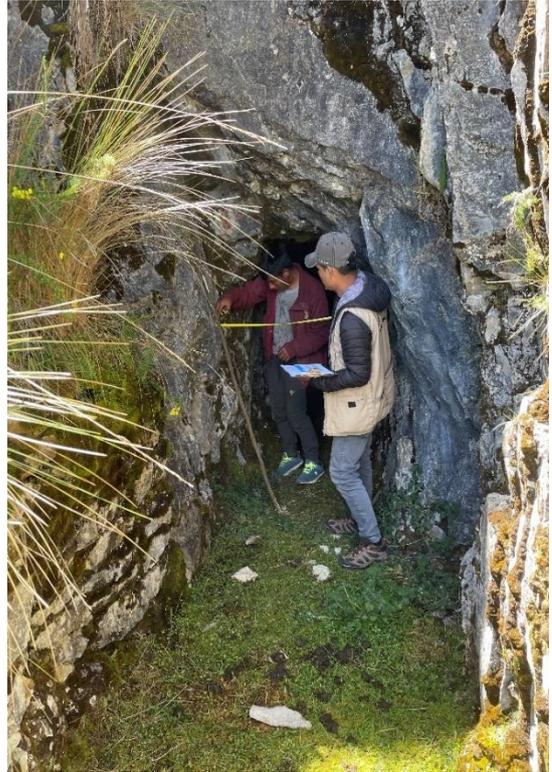
Nota. Fuente: Resultados de SPSS a partir de la tabla A.

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
- b. Se basa en rangos positivos.
- c. Se basa en rangos negativos.

• Cabe mencionar que si: Sig. asin. (bilateral) > 0.05; se acepta la H<sub>0</sub> (la hipótesis nula).

## ANEXO 19

### FOTOGRAFÍAS DEL TRABAJO DE CAMPO



**MEDICION DE LA ENTRADA DE LAS BOCA MINAS**



**RECOJO DE MUESTRA DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO**



**FRAGMENTACION DENTRO DE LA BOCAMINA PARA EL RECOJO DE MUESTRA**



**HOMOGENIZACION DE LAS MUESTRAS, PARA PROCEDER EN LLENARLOS EN LAS BOLSAS HERMETICAS; POR EL METODO DEL CUARTEO**



**MEDICION DEL PERIMETRO DEL PASIVO AMBIENTAL MINERO**



**ROTULADO Y ETIQUETADO DE LAS MUESTRAS**

# ANEXO 20

## RESULTADO DE LABORATORIO



### INFORME DE ENSAYO N°: IE-SSA-19-295

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| 1. RAZÓN SOCIAL                | : RICHAR NÁJERA FERNÁNDEZ                  |
| 2. DIRECCIÓN                   | : Centro Poblado de Quio / Cayna / Huanuco |
| 3. PROYECTO                    | : TESIS                                    |
| 4. PROCEDENCIA                 | : HUÁNUCO                                  |
| 5. SOLICITANTE                 | : RICHAR NÁJERA FERNÁNDEZ                  |
| 6. PLAN DE MONITOREO           | : NO APLICA                                |
| 7. MUESTREO POR                | : CLIENTE                                  |
| 8. FECHA DE EMISION DE INFORME | : 29/08/2022                               |

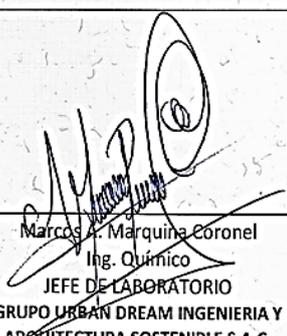
#### II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO



- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. MATRIZ                        | : SUELO                    |
| 2. NÚMERO DE MUESTRAS            | : 6                        |
| 3. FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA | : 17/08/2022               |
| 4. PERÍODO DE ENSAYO             | : 17/08/2022 al 23/08/2022 |

#### III. METODOS Y REFERENCIA

TIPO DE ENSAYO	NORMA REFERENCIA	TÍTULO
Metales totales por ICP-MS (Hierro, Manganeso, Calcio, Fosforo, Talio, Cobre, Potasio, Zin, Antimonio, Niquel, Arsenico, Vanadio, Plata, Plomo, Estroncio, Wolframio, Circonio, Rubidio, Azufre, Estaño, Uranio, Selenio, Cadmio, Cloro y Torio).	EPA method 200, 8, Rev. 5.4. (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Couple Plasma- Mass Spectrometry.	Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Couple Plasma- Mass Spectrometry.

  
 Marcos A. Marquina Coronel  
 Ing. Químico

**JEFE DE LABORATORIO**  
**GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y**  
**ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.**  
 CIP: 85980



JR. MANCO CAPAC N° 162 – URB. CERCADO – HUAMANGA – AYACUCHO  
 AV. SAN CARLOS N° 2106 – HUANCAYO – JUNÍN  
 Cel: 952021179 - 992846955

GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.

## INFORME DE ENSAYO N°: IE-SSA-295

### IV. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

DATOS DEL MONITOREO DE SUELO						
ITEM	1	2	3	4	5	6
CÓDIGO DEL LABORATORIO:	SSA-295-1	SSA-295-2	SSA-295-3	SSA-295-4	SSA-295-5	SSA-295-6
CÓDIGO DEL CLIENTE	P-01	P-04	P-06	P-10	P-11	P-12
COORDENADAS	E: 349615					
UTM WGS 84:	N: 8870562					
MATRIZ:	SUELO	SUELO	SUELO	SUELO	SUELO	SUELO
CONDICIONES DE MUESTRA:	CONSERVADA	CONSERVADA	CONSERVADA	CONSERVADA	CONSERVADA	CONSERVADA
FECHA DE MUESTREO:	13/08/2022	13/08/2022	13/08/2022	13/08/2022	13/08/2022	13/08/2022
HORA DE MUESTREO:	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30



### V. RESULTADOS

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS					
			P-02	P-04	P-06	P-10	P-11	P-12
Fe	mg/kg	4056	201177	13606	175871	328741	32732	25659
Mn	mg/kg	598	28897	448	27224	22976	971	1056
Ca	mg/kg	492	17070	24574	3121	<492	<492	<492
P	mg/kg	4257	16158	<4257	<4257	<4257	<4257	<4257
Ti	mg/kg	135	3048	1796	2077	785	2991	2559
Cu	mg/kg	64	2997	131	1894	3764	42	76
K	mg/kg	282	2870	44607	12836	3394	16005	14280
Zn	mg/kg	49	2345	84	6092	468	23	16
Sb	mg/kg	51	1430	<51	820	1421	820	<51
Ni	mg/kg	46	1037	66	801	2222	158	<46
As	mg/kg	20	823	41	1120	1295	18	18
V	mg/kg	20	493	41	305	272	84	50
Ag	mg/kg	23	410	65	440	906	440	<23
Pb	mg/kg	18	269	59	2002	<18	<18	9
Sr	mg/kg	5	165	68	86	27	19	20
W	mg/kg	23	77	<23	101	<23	101	<23
Zr	mg/kg	4	17	204	45	<4	168	154
Rb	mg/kg	5	<5	255	31	<5	84	93
S	mg/kg	646	<646	4057	<646	<646	<646	<646



JR. MANCO CAPAC N° 162 – URB. CERCADO – HUAMANGA – AYACUCHO  
 AV. SAN CARLOS N° 2106 – HUANCAYO - JUNÍN  
 Cel: 952021179 - 992846955

GRUPO URBAN DREAM INGENIERIA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE S.A.C.

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M	RESULTADOS					
			P-02	P-04	P-06	P-10	P-11	P-12
Sn	mg/kg	23	<23	82	162	219	91	<23
U	mg/kg	11	<11	45	<11	<11	166	<11
Se	mg/kg	2	<2	5	<2	25	<2	<2
Cd	mg/kg	26	<26	<26	109	<26	109	<26
Cl	mg/kg	205	<205	<205	<205	<205	1566	<205
Th	mg/kg	22	<22	<22	<22	<22	174	<22

"L.D.M": Límite de detección del Método

Resultados de Suelo reportados en base seca.

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 la empresa.

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.



**"FIN DEL DOCUMENTO"**

## ANEXO 21

### ECA – PARA SUELOS

#### DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM (2017) – ECA, PARA SUELOS

*Estándares de calidad ambiental para suelo comercial /industrial / extractivo, parámetro As, Pb y Cd.*

		USO DE SUELO
N°	PARÁMETROS	SUELO COMERCIAL / INDUSTRIAL / EXTRACTIVO
II	INORGANICOS	
1	As - Arsénico total (mg/kg) PS	140
2	Pb - Plomo total (mg/kg) PS	800
3	Cd - Cadmio total (mg/kg MS) PS	22

Fuente: Elaboración propia a partir de los estándares de calidad ambiental para suelo, DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM (2017).

PS: Peso seco.

Nota 2: Concentración de metales pesados

Mg/kg = ppm