

NOMBRE DEL TRABAJO

**Evaluación del Eucalipto (Eucalyptus globulus) adaptado en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa**

AUTOR

**David Inga**

RECUENTO DE PALABRAS

**9212 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**50046 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**76 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**13.3MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 22, 2024 10:10 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 22, 2024 10:11 AM GMT-5**

### ● 19% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de publicaciones

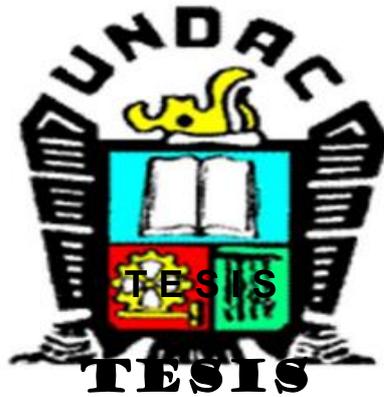
### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Evaluación del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la  
relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad  
Minera Atacocha; distrito Yanacancha-2024**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. INGA CRUZ, David Orlando**

**Asesor: Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**Cerro de Pasco - Perú - 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Evaluación del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la  
relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad  
Minera Atacocha; distrito Yanacancha-2024**

Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado:

---

**Dr. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ  
PRESIDENTE**

---

**Mg. Lucio ROJAS VITOR  
MIEMBRO**

---

**Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYTA  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón a mi padre Efren Javier INGA ATENCIO , mi madre Elizabeth Geovanna CRUZ BORJA , mi hermano hermanas, sobrinos y a mi hijo noah eydan david INGA QUINTO por su apoyo incondicional durante todo este camino . Sin ayuda de ellos este logro no habría sido posible

## **AGRADECIMIENTO**

El reconocimiento a mi asesor, tutor de tesis a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental por su inestimable orientación y apoyo constante. Sus perspicaces comentarios y su incansable búsqueda de la excelencia han sido un faro de luz en el proceso de investigación. Ha sido un honor y un privilegio aprender bajo su tutela

## RESUMEN

En la actualidad la Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha tiene hasta 3 depósitos de relaves, para nuestro caso la relavera de Chicrín ubicado aguas debajo de la población de Chicrín, aguas arribas de la población de Cajamarquilla y asimismo con más referencia se encuentra al contorno de la carretera que une Cerro de Pasco con Huánuco, esta relavera estuvo en operación en los años 1990 hasta el 1995, como plan de mitigación la Unidad Minera Atacocha utilizó la especie de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) sembrado en todo el área superficial de la relavera, donde se puede observar que esta especie se adaptó pero también se pudo observar que sus tallos son bastante delgados hasta la fecha se desconocía su adaptabilidad y contenido metálico dentro de estas especies por lo que es materia de investigación de esta presente estudio.

La investigación se tiene como objetivo principal es determinar la adaptabilidad del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha-2024.

Finalizada la investigación se pudo determinar que en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A de acuerdo al ensayo realizado se evidencia la presencia de metales pesados en el tallo y hojas. Los Eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) adaptados en la relavera Chicrín para la actividad minera es adecuada y cumple los requisitos para el Plan de Cierre, ya como se evidencio estas especies se

adoptaron a las condiciones del clima, al relave, asimismo se evidencio que no genera lixiviados en la zona. El área de sembrío y adaptabilidad que ocupa el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha supera 42000 m2. Por otro lado el tiempo de sembrado el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha, supera 25 años.

**Palabras claves:** Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), depósitos de relaves, Unidad Minera Atacocha y metales pesados.

## ABSTRACT

Currently, Nexa Resources S.A-Atacocha Mining Unit has up to 3 tailings deposits, in our case the Chicrín tailings dam located downstream of the town of Chicrín, upstream of the town of Cajamarquilla and also with more reference is located around the contour. of the highway that connects Cerro de Pasco with Huánuco, this tailings dam was in operation in the years 1990 until 1995, as a mitigation plan the Atacocha Mining Unit used the species of Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) planted throughout the surface area of the tailings dam , where it can be seen that this species adapted but it could also be observed that its stems are quite thin. To date, its adaptability and metallic content within these species was unknown, which is why it is the subject of research in this present study.

The main objective of the research is to determine the adaptability of the Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) in the Chicrín tailings dam. belonging to Nexa Resources S.A-Atacocha Mining Unit; Yanacancha district-2024.

Once the investigation was completed, it was determined that the Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) adapted to the Chicrín tailings dam. belonging to Nexa Resources S.A. According to the test carried out, the presence of heavy metals in the stem and leaves is evident. The Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) adapted in the Chicrín tailings dam for mining activity is suitable and meets the requirements for the Closure Plan, since as evidenced these species were adopted to the climate conditions, the tailings, it was also evidenced that it does not generate leachates in the area. The planting area and adaptability occupied by the Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) in the Chicrín tailings dam.

belonging to Nexa Resources S.A-Atacocha Mining Unit; Yanacancha district exceeds 42,000 m<sup>2</sup>. On the other hand, the planting time of the Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) in the Chicrín tailings dam. belonging to Nexa Resources S.A-Atacocha Mining Unit; Yanacancha district, exceeds 25 years.

**Keywords:** Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), tailings deposits, Atacocha Mining Unit and heavy metals.

## INTRODUCCIÓN

Desde que se realizó el sembrío de la especie de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha se desconoce de información de cual es adaptabilidad y contenido metálico que capto en esta relavera, por lo que es de importancia la información a fin de ser aplicado en otras relaveras a ser tratados. Para nuestra investigación se recopiló información del año que fue sembrado el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para posterior tomar muestras de tallos y hojas para ser enviado a un laboratorio acreditado pro INACAL, para posterior interpretar su contenido metálico. La investigación es de mucha importancia a fin de conocer si esta especie de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) se puede utilizar en otros relaveras que aún falta ser protegidos y área para su estabilidad ecológica..

La ubicación La ubicación administrativa de la relavera Chicrín perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha queda ubicado en el distrito Yanacancha de la provincia de Pasco, específicamente en el kilómetro 333 de la carretera central.

El tipo de investigación para nuestra evaluación está determinado Según Sampieri (2011) la investigación descriptiva busca “especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”. Para ello en nuestra investigación se realizará la evaluación del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A.

**.El autor**

# ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE MAPAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE IMÁGENES

ÍNDICE DE GRAFICO

ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2	Delimitación de la investigación .....	2
1.3	Formulación del problema.....	3
	1.3.1 Problema principal: .....	3
	1.3.2 Problemas Específicos: .....	3

<b>1.4</b>	<b>Formulación de objetivos</b> .....	<b>4</b>
	<b>1.4.1 Objetivo General:</b> .....	<b>4</b>
	<b>1.4.2 Objetivos Específicos:</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5</b>	<b>Justificación de la investigación</b> .....	<b>4</b>
	<b>1.5.1 Justificación teórica</b> .....	<b>4</b>
	<b>1.5.2 Justificación Metodológica</b> .....	<b>5</b>
	<b>1.5.3 Justificación Ambiental</b> .....	<b>5</b>
	<b>1.5.4 Justificación Social</b> .....	<b>5</b>
<b>1.6</b>	<b>Limitaciones de la investigación</b> .....	<b>6</b>

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

<b>2.1</b>	<b>Antecedentes de estudio</b> .....	<b>7</b>
	<b>2.1.1. Antecedentes Internacional</b> .....	<b>7</b>
	<b>2.1.2. Antecedente a nivel nacional</b> .....	<b>9</b>
	<b>2.1.3. Antecedentes a nivel local</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Bases teóricas - científicas</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Definición de los términos</b> .....	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>Formulación de hipótesis</b> .....	<b>18</b>
	<b>2.4.1 Hipótesis General</b> .....	<b>18</b>
	<b>2.4.2 Hipótesis Específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>2.5</b>	<b>Identificación de las variables</b> .....	<b>19</b>

2.5.1	Variable independiente.....	19
2.5.2	Variable dependiente.....	19
2.6	Definición operacional de variables e indicadores .....	19

### **CAPÍTULO III**

#### **MÉTODOLÓGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1	Tipo de investigación.....	22
3.2	Nivel de la investigación.....	22
3.3	Métodos de investigación.....	22
3.4	Diseño de la investigación .....	22
3.5	Población y muestra .....	23
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
	3.6.1 Técnicas.....	23
	3.6.2 Instrumentos .....	23
3.7	Técnicas de procesamientos y análisis de datos .....	24
3.8	Tratamiento estadístico .....	24
3.9	Orientación ética filosófica y epistémica .....	24

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1	Descripción del trabajo de campo .....	25
	4.1.1 Ubicación de la zona a investigar .....	25

4.1.2	Accesibilidad.....	25
4.1.3	Características químicas de la relavera Chicrín .....	26
4.1.3.1	Caracterización Geoquímica.....	27
4.1.3.2	Caracterización Mineralógica .....	29
4.1.4	Ciclo de vida del Eucalipto en la relavera Chicrín .....	32
4.2	Presentación, análisis e interpretación de resultados. ....	34
4.2.1	Proceso de recolección de muestras de Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ).....	34
4.2.2	Resultados de presencia metales pesados presentes en el Eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ) en la relavera Chicrín .....	38
4.3	Prueba de hipótesis .....	46
4.4	Discusión de resultados .....	47

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

## ANEXOS

## ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1 UBICACIÓN DE LA RELAVERA CHICRIN EN EL DISTRITO DE YANACANCHA – PROVINCIA DE PASCO .....	25
<b>MAPA 2</b> EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA RELAVERA CHICRÍN .....	31
<b>MAPA 3</b> ESTACIÓN DE MONITOREO .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES .....	20
TABLA 2: SITUACIÓN DE CANCHAS DE RELAVE DE CHICRÍN.....	27
TABLA 3: BALANCE ÁCIDO-BASE DE LAS MUESTRAS .....	28
TABLA 4: BALANCE ÁCIDO-BASE DE LAS MUESTRAS .....	28
TABLA 5: ESTACIÓN DE MONITOREO .....	34
TABLA 6: RESULTADO DE METALES PESADOS EN EL EUCALIPTO ( <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> ) EN LA RELAVERA CHICRÍN.....	38

## ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1: VISTA DE ESPECIES DE EUCALIPTUS EN LA RELAVERA CHICRÍN .....	32
IMAGEN 2: VISTA DE ESPECIES DE EUCALIPTUS EN LA RELAVERA CHICRÍN Y AL CONTORNO DE LA RELAVERA ....	33
IMAGEN 3: VISTA DE ESPECIES DE EUCALIPTUS EN LA RELAVERA CHICRÍN Y AL CONTORNO DE LA RELAVERA ....	33
IMAGEN 4: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE TALLO Y HOJAS .....	35
IMAGEN 5: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE TALLO Y HOJAS .....	36
IMAGEN 6: PRESERVADO Y ENVIADO PARA SU ANÁLISIS A LABORATORIO ACREDITADO .....	36

## ÍNDICE DE GRAFICO

GRÁFICO 1 : PRESENCIA DE ALUMINIO EN EL EUCALIPTO ( <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> ) EN LA RELAVERA CHICRÍN	39
GRÁFICO 2 : PRESENCIA DE ARSÉNICO EN EL EUCALIPTO ( <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> ) EN LA RELAVERA CHICRÍN .	40
GRÁFICO 3 : PRESENCIA DE CALCIO EN EL EUCALIPTO ( <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> ) EN LA RELAVERA CHICRÍN.....	41
GRÁFICO 4 : PRESENCIA DE COBRE EN EL EUCALIPTO ( <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> ) EN LA RELAVERA CHICRÍN .....	42
GRÁFICO 5 : PRESENCIA DE FOSFORO EN EL EUCALIPTO ( <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> ) EN LA RELAVERA CHICRÍN ..	43
GRÁFICO 5 : PRESENCIA DE PLOMO EN EL EUCALIPTO ( <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> ) EN LA RELAVERA CHICRÍN ....	44
GRÁFICO 7 : PRESENCIA DE ZINC EN EL EUCALIPTO ( <i>EUCALYPTUS GLOBULUS</i> ) EN LA RELAVERA CHICRÍN .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 VISTA DE EUCALIPTO (EUCALYPTUS GLOBULUS) .....	13
FIGURA 2 UBICACIÓN DE LA RELAVERA CHICRÍN.....	14

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Identificación y determinación del problema

5 El aumento continuo de la población humana ocasiona día a día problemas al medio ambiente, con la presencia de sustancias diversas, entre los que se incluyen a la basura, pesticidas, aguas servidas, gases tóxicos y relaves mineros entre otros, los que vienen ocasionando alteraciones en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Así, por ejemplo, las actividades mineras y metalúrgicas practicadas en la mayor parte de países de nuestro planeta han contaminado el suelo, el aire y el agua de una gran cantidad de regiones con diferentes elementos potencialmente tóxicos como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y zinc. El diagnóstico más reciente es que muchos de estos elementos contaminantes se hallan almacenados en unos depósitos conocidos como relaveras (Huaranga Félix, 2021).

7 Los relaves consisten en gran parte de roca molida y agua, pero también contienen los químicos aplicados en el proceso de beneficio y partículas de metales pesados como cianuro, arsénico, plomo, cadmio, zinc y mercurio, entre otros. Además de estos contaminantes, existe la posibilidad de que ciertos elementos de los relaves reaccionen cuando entran en contacto con agua y oxígeno, generando ácido. Por estas características potencialmente tóxicas, los relaves tienen que permanecer resguardados en infraestructuras herméticamente cerradas. Estas infraestructuras se llaman depósitos de relaves o relaveras (Karolien van Teijlingen, 2019).

Los relaves al ser material inorgánico con contenido metálico al estar no protegido generan lixiviados que afecta a la flora, fauna y recursos hidrológicos agua abajo afectando en su calidad, por otro lado, genera material particulado que afecta al entorno donde se encuentra.

En la actualidad la Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha tiene hasta 3 depósitos de relaves, para nuestro caso la relavera de Chicrin ubicado aguas debajo de la población de Chicrin, aguas arribas de la población de Cajamarquilla y asimismo con más referencia se encuentra al contorno de la carretera que une Cerro de Pasco con Huánuco, esta relavera estuvo en operación en los años 1990 hasta el 1995, como plan de mitigación la Unidad Minera Atacocha utilizo la especie de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) sembrado en todo el área superficial de la relavera, donde se puede observar que esta especie se adaptó pero también se pudo observar que sus tallos son bastante delgados, por lo que a la fecha se desconoce su adaptabilidad y contenido metálico dentro de estas especies por lo que es materia de investigación de esta presente estudio.

## **1.2 Delimitación de la investigación**

La investigación será realizada en la relavera de Chicrin a 300 metros aguas debajo de la población de Chicrin del distrito de Yanacancha.

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema principal:**

¿Cuál es la adaptabilidad del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha-2024?

#### **1.3.2 Problemas Específicos:**

¿Cuál es el contenido metálico del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha?.

¿Cuál es el área que ocupa el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha?

¿Qué tiempo se tiene sembrado el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha?

## **1.4 Formulación de objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General:**

Determinar la adaptabilidad del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha-2024.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

Evaluar el contenido metálico del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha.

Determinar el área que ocupa el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha.

Identificar el tiempo de sembrado el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha.

## **1.5 Justificación de la investigación**

### **1.5.1 Justificación teórica**

Desde que se realizó el sembrío de la especie de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha se desconoce de información de cual es adaptabilidad y

contenido metálico que capto en esta relavera, por lo que es de importancia la información a fin de ser aplicado en otras relaveras a ser tratados.

### **1.5.2 Justificación Metodológica**

Para nuestra investigación se recopiló información del año que fue sembrado el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para posterior tomar muestras de tallos y hojas para ser enviado a un laboratorio acreditado pro INACAL, para posterior interpretar su contenido metálico.

### **1.5.3 Justificación Ambiental**

La investigación es de mucha importancia a fin de conocer si esta especie de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) se puede utilizar en otras relaveras que aún falta ser protegidos y área para su estabilidad ecológica.

### **1.5.4 Justificación Social**

Con la presente investigación la comunidad científica e instituciones interesados en el velado por el medio ambiente estarán informados con los resultados que se lograra.

## **1.6 Limitaciones de la investigación**

La limitación principal es el acceso permitido a toda el área de la relavera Chicrin, perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacional**

(Palma David, 2015) Cambios en las propiedades del suelo en plantaciones de Eucalipto de Tabasco, México en su investigación como resumen menciona El texto proporciona una visión detallada sobre cómo las plantaciones de eucalipto se presentan como una alternativa viable para la reforestación en el sureste de México, específicamente en la sabana de Huimanguillo, Tabasco. El objetivo principal del estudio fue analizar cómo estas plantaciones afectan las propiedades químicas y físicas del suelo en la región. Para llevar a cabo la investigación, se seleccionaron cuatro plantaciones comerciales de eucalipto con diferentes edades, además de un pastizal natural y un área de vegetación secundaria (acahual), totalizando seis sitios de estudio. Se realizaron muestreos de suelos a dos profundidades (0-10 cm y 10-30 cm) en cada sitio para evaluar varios parámetros, incluyendo materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro y la textura del suelo. Los resultados muestran que los sitios de estudio se clasifican en tres subunidades de suelo distintas: Acrisol Hiperdistri-Férrico para el pastizal natural y las plantaciones de eucalipto más antiguas (8.4 años), Acrisol Plíntico para el acahual y las plantaciones de eucalipto de mediana edad (5.3 y 4.3 años), y Acrisol Férrico para la plantación de eucalipto más joven (3.6 años). Se encontró que las plantaciones de eucalipto, el acahual y el pastizal natural han logrado conservar la materia orgánica del suelo, principalmente gracias al aporte de hojarasca. No se observaron cambios significativos en las propiedades químicas de los suelos Acrisoles

debido al uso de estos sitios para plantaciones. Sin embargo, se recomienda la aplicación de fertilizantes que contengan nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio para mantener la fertilidad del suelo y garantizar la sustentabilidad de las futuras plantaciones de eucalipto. Además, se destaca que la textura del suelo en la región permite un buen drenaje superficial, lo cual es beneficioso para el crecimiento óptimo del eucalipto. Esto sugiere que las plantaciones de eucalipto pueden ser una opción efectiva para la reforestación en el contexto específico de la sabana de Huimanguillo en Tabasco, México.

(Roberto Pizarro, 2016) Especies forestales para la recuperación de suelos contaminados con cobre debido a actividades mineras, en su investigación como resumen menciona El texto aborda la situación de la minería como la actividad económica principal en Chile, destacando su impacto significativo en las regiones áridas, específicamente en la Región de Coquimbo. Se menciona que los suelos de esta región han sido afectados por la contaminación de metales pesados, principalmente cobre, provenientes de la actividad minera. El estudio se enfoca en la implementación de medidas para minimizar el impacto ambiental de los relaves mineros, específicamente explorando la capacidad de adaptación de especies vegetales ante la degradación causada por la contaminación de suelos. El objetivo principal fue determinar y comparar la capacidad de fitoestabilización de especies vegetales nativas y exóticas en áreas degradadas por la minería en la Región de

Coquimbo. Se realizaron dos ensayos experimentales donde se evaluaron las tasas de supervivencia, crecimiento y desarrollo del dosel de 20 especies vegetales. Además, se midió la concentración de cobre en tallos y hojas de los árboles, así como en diferentes profundidades del suelo. Los resultados destacaron que *Acacia saligna* mostró la mejor capacidad de acumulación de metales pesados, con concentraciones de 34.8 ppm en hojas y 12.3 ppm en tallos en suelos sin fertilización. Esta especie también exhibió tasas de supervivencia superiores al 80%. En conclusión, el estudio determinó que *Acacia saligna* es la especie más adecuada para actividades de fitoestabilización en relaves mineros de la Región de Coquimbo, debido a su capacidad para acumular metales pesados y mantener altas tasas de supervivencia en condiciones adversas.

### 2.1.2. Antecedente a nivel nacional

(Cornejo Antonio , 2022) Efecto del bosque de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Aliso (*Alnus glutinosa*) en la calidad del suelo: Jesus - Lauricocha 2021 en su investigación como resumen menciona El texto discute el uso predominante de plantaciones de eucalipto en las zonas altas de la provincia, destacando su creciente aceptación en el mercado nacional como madera, lo que lo convierte en una opción muy prometedora. Por otro lado, menciona que el aliso es una especie forestal que crece naturalmente en forma de bosquesillos, beneficiando al suelo al fijar nitrógeno y siendo importante para varios usos locales. El estudio de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Aliso (*Alnus*

glutinosa) en la calidad del suelo en la zona de Jesús, provincia de Lauricocha. El método utilizado fue explicativo, con un diseño no experimental y muestreo por conveniencia de media hectárea. Se emplearon diversos materiales, insumos e instrumentos de laboratorio para analizar las propiedades del suelo. Los resultados indicaron que las plantaciones de eucalipto no mejoran las propiedades químicas del suelo en comparación con las plantaciones de aliso. Además, se encontró que el efecto de ambos tipos de bosques sobre las propiedades físicas del suelo es estadísticamente similar, ya que presentan la misma clase textural. Estas texturas del suelo son importantes para el crecimiento de las plantas debido a su influencia en la aireación, infiltración de agua, capacidad de retención de agua y nutrientes, así como en la permeabilidad del suelo. Se concluye que los suelos estudiados son fértiles y tienen importancia para el desarrollo óptimo tanto del bosque de eucalipto como del bosque de aliso, así como para otras plantaciones forestales. Se recomienda realizar investigaciones comparativas adicionales entre campos de eucalipto y aliso para continuar mejorando el suelo y crear un microclima favorable para la flora y fauna local.

(Huaman Aaron <sup>15</sup>, 2020) Evaluación de la adaptabilidad de las especies *Stipa ichu* y *chrysopogon zizanioides* en los relaves mineros de San José de Parac - San Mateo, Lima en su investigación como resumen menciona El texto menciona que la minería ha generado numerosos <sup>14</sup> sitios de disposición de relaves que requieren ser remediados. El objetivo de la investigación fue evaluar la adaptabilidad de las especies *Stipa ichu* y *Chrysopogon zizanioides* en los relaves mineros del Centro Poblado San José de Parac, Lima. Para

esto, se utilizaron enmiendas orgánicas con diferentes concentraciones en cada tratamiento, con 5 repeticiones para cada especie. Se realizaron mediciones a los 1, 30, 60 y 90 días después de la siembra. Los resultados indican que *Stipa ichu* tuvo el mayor crecimiento promedio en el tratamiento T1 (36 cm) y el menor en el T4 (32 cm). Por otro lado, *Chrysopogon zizanioides* alcanzó la mayor altura promedio en el tratamiento T4 (69.5 cm), mientras que la menor altura se registró en el tratamiento T1 (56 cm). En conclusión, según los resultados obtenidos, la especie *Chrysopogon zizanioides* demostró una mayor adaptabilidad en los diferentes tratamientos evaluados en los relaves mineros del Centro Poblado San José de Parac, Lima.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel local**

(Barzola Elizabeth , 2019) Especies forestales para la recuperación de suelos contaminados con cobre debido a actividades mineras en su investigación como resumen menciona El texto enfatiza que la remediación de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) es un problema global presente en todos los países donde se ha desarrollado la minería. Se atribuye esta situación a la falta de tecnología ambiental, manejo operativo inadecuado y normativa ambiental débil en el pasado, lo cual ha resultado en impactos ambientales prolongados que afectan tanto al ecosistema como a la salud de las poblaciones locales. En respuesta a esta problemática, el Estado peruano ha asumido responsabilidades desde 1995 para abordar estos pasivos. Hasta el

año 2018, se identificaron un total de 8,794 pasivos ambientales en todo el país, según la R.M. N° 224-2018 MEM-DM. De estos, se priorizaron 1,067 PAM para su remediación mediante la empresa estatal de derecho privado Activos Mineros S.A.C (AMSAC). Este texto subraya la magnitud del desafío de los PAM en Perú, destacando los esfuerzos continuos del Estado peruano para mitigar los efectos negativos heredados de décadas de prácticas mineras que no consideraron adecuadamente las consecuencias ambientales y sociales.

## 2.2 Bases teóricas - científicas

### 2.2.1 Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

2 Arbol perennifolio que puede alcanzar los 50 m de altura, con un ritidoma que se desprende en tiras longitudinales. Tiene hojas de dos tipos: en la plantas jóvenes o en ramas que brotan de la cepa son opuestas, ovales y sésiles, mientras que en los árboles crecidos se hacen alternas, más o menos coriáceas, con un limbo asimétrico en forma de hoz (falciforme), pecioladas y colgantes (el árbol da poca sombra). Tanto unas como otras tienen características glándulas secretoras en el mesofilo, que son visibles al trasluz como puntos más claros. Las flores, solitarias en las axilas de las ramas superiores, son grandes, tetrámeras, con cáliz y corola fusionados formando una tapadera (opérculo) leñosa, que se cae en la floración, dejando al descubierto un elevado número de estambres con filamentos de color cremoso

claro, muy vistosos. El ovario, ínfero, fructifica en una cápsula leñosa dehiscente por 4-5 valvas. Florece durante el otoño y el invierno. Forma vital: Fanerófito (G. Renobales & J. Sallés, 2001).

**Figura 1**  
**Vista de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)**



### 2.2.2 Qué son los relaves mineros

11 Los relaves son una de las consecuencias más peligrosas de la minería, pues son un conjunto de desechos mineros, usualmente constituidos por rocas molidas, agua y minerales ganga. Bajo este contexto, el Hub de Innovación Minera y sus socios, buscan prevenir y revalorizar relaves

producidos en sus operaciones para mitigar el impacto nocivo en el medio ambiente (Economía, 2023).

### 2.2.3 Relavera Chicrin

La relavera Chicrin tiene una extensión de 35000 m<sup>2</sup> de área esta se encuentra ubicada a la margen derecha de la carretera Central de la via Cerro de Pasco -Huánuco lo cual fue utilizado para el depósito de relaves en el años 90 del siglo pasado, en la actualidad sobre ella se tiene plantaciones de Eucalitos como medida de cierre.

**Figura 2**  
**Ubicación de la relavera Chicrín**



#### 2.2.4 Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha

4 Nexa Resources Atacocha S.A.A., previamente Compañía Minera Atacocha S.A.A. es una empresa basada en Perú, que es principalmente dedicada a la explotación de minas, a la comercialización de minerales y a la adquisición de concesiones mineras, de agua y terrenos. La empresa esta principalmente concentrada en la operación de la planta de tratamiento y centro minero localizadas en los distritos de San Francisco de Asis de Yarusyacan y Yanacancha, en la provincia Pasco. También esta activa en la generación de electricidad. El accionista más grande de la empresa es la Compañía Minera Milpo S.A.A. Atacocha, cuenta además con una planta concentradora y dos hidroeléctricas, Marcopampa y Chicrín. Minera Atacocha fue fundada en 1936 y sus exportaciones de Plomo son dirigidas exclusivamente a Corea del Sur (Nexa Resources, 2022).

#### 2.2.5 3 ¿Qué es la Fitorremediación?

La **fitorremediación** es el empleo de plantas y sus microorganismos asociados para la mejora funcional y recuperación de suelos contaminados. Este método se basa en los procesos naturales mediante los cuales las plantas y la microbiota asociada a sus raíces degradan y/o secuestran los contaminantes (Pilon Smits , 2005).

### **3 FITOEXTRACCIÓN**

La planta absorbe los contaminantes (principalmente metales traza) a través de las raíces y los acumula en grandes cantidades en la biomasa aérea retirándose los contaminantes del suelo a través de su cosecha. Cuando el metal fitoextraído puede ser recuperado de la biomasa (biomasa), obteniendo un beneficio económico, el proceso se denomina fitominería (Pilon Smits , 2005).

### **FITOESTABILIZACIÓN**

Mediante distintos mecanismos, la planta es capaz de secuestrar o inmovilizar los contaminantes en la raíz y/o en su zona de influencia. Este proceso limita la migración y biodisponibilidad de los contaminantes y, por tanto, reduce significativamente los posibles efectos adversos al medio ambiente y su transferencia a la cadena trófica (Pilon Smits , 2005).

### **RIZODEGRADACIÓN**

Las raíces de las plantas liberan ciertos compuestos (exudados) al suelo de su entorno (rizosfera), estimulando la supervivencia, el crecimiento y la actividad de los microorganismos de la rizosfera que degradan los contaminantes orgánicos. La eficiencia de esta tecnología puede ser incrementada incorporando microorganismos con capacidad de degradar contaminantes orgánicos o de aumentar su biodisponibilidad (bioaumento) y/o mediante la adición de compuestos para estimular los procesos de la simbiosis planta-microorganismo “bioestimulación” (Pilon Smits , 2005).

## **FITOVOLATILIZACIÓN**

Algunas plantas captan contaminantes (como el selenio o algunos xenobióticos orgánicos) y los liberan en una forma menos tóxica a la atmósfera a través de la transpiración. Dentro de la planta el contaminante es transformado o degradado antes de ser liberado (Pilon Smits , 2005).

### **2.3 Definición de los términos**

#### **2.3.1 Absorción.-**

Proceso por el cual una sustancia tóxica atraviesa las membranas de las células de un organismo a través de la piel, pulmones, tracto digestivo o branquias y luego es transportado hacia otros órganos (MINAM, 2019).

#### **2.3.2 Bioacumulación.-**

Concentración resultante acumulada en el ambiente o en los tejidos de organismos a partir de la incorporación, distribución y eliminación de contaminantes obtenidos por todas las rutas de exposición por ejemplo por aire, agua, suelo, sedimento y alimento (MINAM, 2019).

#### **2.3.3 Concentración.-**

La relación de una sustancia disuelta o contenida en una cantidad dada de otra sustancia (MINAM, 2019).

#### **2.3.4 Contaminación.-**

Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en

un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos adversos al ambiente o sobre la salud (MINAM, 2019).

### **2.3.5 Contaminante.-**

Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente (MINAM, 2019).

### **2.3.6 Evaluación de efectos.-**

Análisis e inferencia de las posibles consecuencias en un organismo blanco específico, población o ecosistema, por la exposición a un factor en particular y basado en el conocimiento de la relación causa-efecto (MINAM, 2019).

## **2.4 Formulación de hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

Se evidencia la adaptabilidad del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín . perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha-2024.

### **2.4.2 Hipótesis Específicos**

El contenido metálico del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha contiene Pb, Cu, Zn.

El área que ocupa el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha supera 10000 m<sup>2</sup>.

El tiempo de sembrado el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha, supera 25 años.

## **2.5 Identificación de las variables**

### **2.5.1 Variable independiente**

La adaptabilidad del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

### **2.5.2 Variable dependiente**

Relavera Chicrín

## **2.6 Definición operacional de variables e indicadores**

**Tabla 1:**  
**Definición operacional de variables e indicadores**

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES E INDICADORES	INDICADORES
<b>Variable Independiente</b> <b>La adaptabilidad del Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)</b>	<p>12 <b>Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)</b>                  Árbol perennifolio que puede alcanzar los 50 m de altura, con un ritidoma que se desprende en tiras longitudinales. Tiene hojas de dos tipos: en la plantas jóvenes o en ramas que brotan de la cepa son opuestas, ovales y sésiles, mientras que en los árboles crecidos se hacen alternas, más o menos coriáceas, con un limbo asimétrico en forma de hoz (falciforme), pecioladas y colgantes (el árbol da poca sombra). Tanto unas como otras tienen características glándulas secretoras en el mesofilo, que son visibles al trasluz como puntos más claros. Las flores, solitarias en las axilas de las ramas superiores, son grandes, tetrámeras, con cáliz y corola fusionados formando una tapadera (opérculo) leñosa, que se cae en la floración, dejando al descubierto un elevado número de estambres con filamentos de color cremoso claro, muy vistosos. El ovario, ínfero, fructifica en una cápsula leñosa dehiscente por 4-5 valvas. Florece durante el otoño y el invierno. Forma vital: Fanerófito (G. Renobales &amp; J. Sallés, 2001).</p>	<b>Dimensiones Independiente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determinación de metales capturados en el tallo</li> <li>▪ Determinación de metales capturados en la Raíz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ % de metales capturados</li> </ul>
<b>Variable Dependiente</b> <b>Relavera Chicrín</b>	La relavera Chicrín tiene una extensión de 35000 m2 de área esta se encuentra ubicada a la margen derecha de la carretera Central de la vía Cerro de Pasco -Huánuco lo cual fue	<b>Dimensiones Dependiente:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Área de adaptación de eucaliptos en la relavera Chicrín</li> </ul>	

---

utilizado para el depósito de relaves en el años  
90 del siglo pasado, en la actualidad sobre ella  
se tiene plantaciones de Eucaliptos como  
medida de cierre.

---

**1** Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III

### MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de investigación

Según Sampieri (2011) la investigación descriptiva busca “especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”. Para ello en nuestra investigación se realizará la evaluación del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A.

#### 1 3.2 Nivel de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó la adaptación del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha.

#### 3.3 Métodos de investigación

- **Evaluación en campo de la gestión de residuos**
  - a. Medición de área adaptada la Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)
  - b. Toma de muestra de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)
  - c. Análisis por laboratorio acreditado por INACAL de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

#### 1 3.4 Diseño de la investigación

Para el diseño de la investigación será observacional y transversal; es

considerada observacional ya realizara la evaluación y transversal se realizara en una sola toma de muestra del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A.

### 3.5 Población y muestra

#### 3.5.1 Población y Muestra

##### Población

La población estará comprendida por el área total de la relavera con presencia de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) que es más de 30000 m3 de área.

##### Muestra

Las muestras están representada por 2 estaciones de monitoreo de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

### 3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.6.1 Técnicas

##### Recopilación de información

Se recolectará la información en campo y toma de muestra de acuerdo al protocolo de laboratorio acreditado por INACAL.

#### 3.6.2 Instrumentos

- Fichas de recolección de datos
- Aparato Fotográfica
- GPS

### **3.7 Técnicas de procesamientos y análisis de datos**

- Clasificación de información.
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

### **3.8 Tratamiento estadístico**

Para el tratamiento estadístico se usó el programa Excel.

### **3.9 Orientación ética filosófica y epistémica**

La investigación realizada se cumplió reglamentos de grados y títulos de la facultad de ingeniería de la UNDAC de manera ética cumpliendo cada uno de ellos.

# 1 CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Descripción del trabajo de campo

#### 4.1.1 Ubicación de la zona a investigar

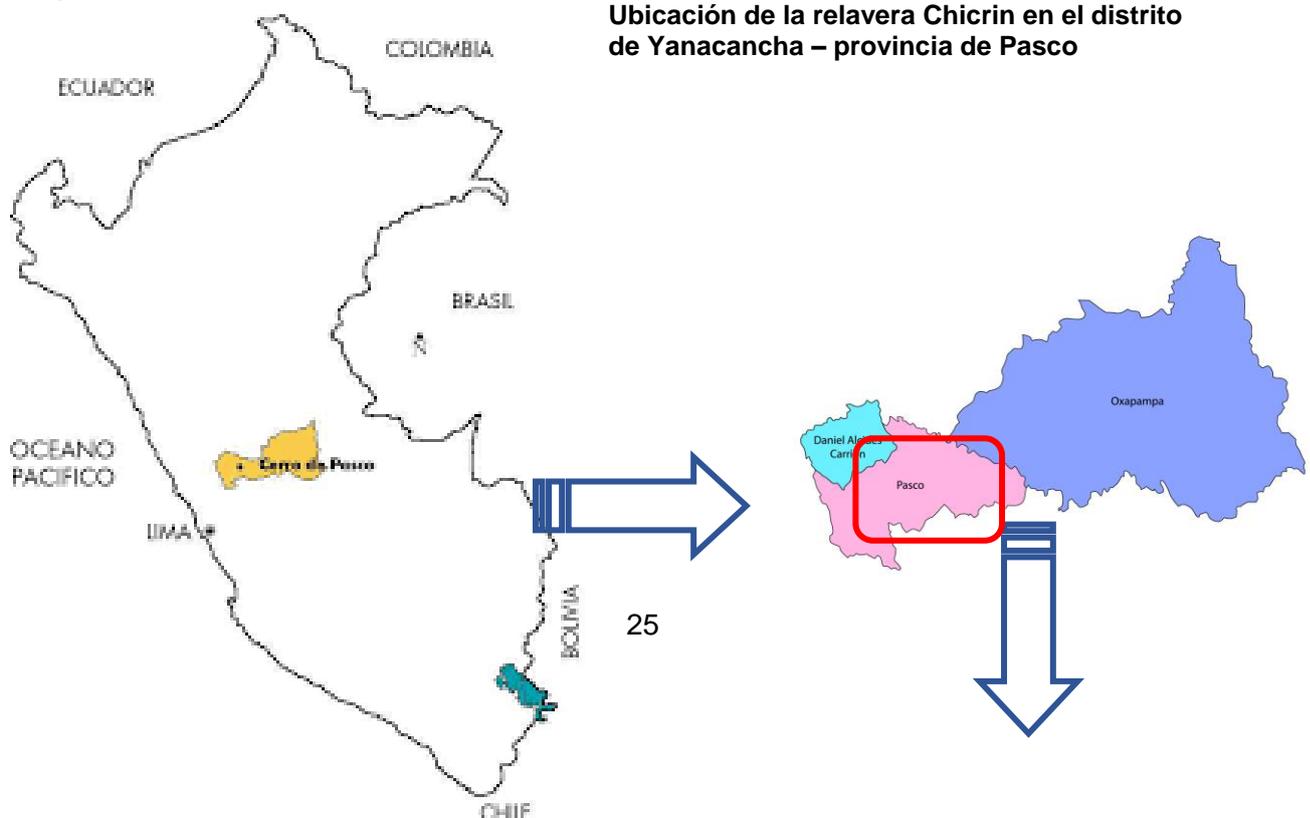
La ubicación administrativa de la relavera Chicrín perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha queda ubicado en el distrito Yanacancha de la provincia de Pasco, específicamente en el kilómetro 333 de la carretera central.

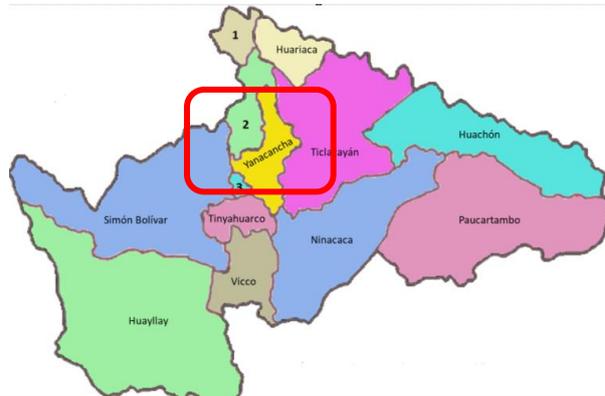
#### 4.1.2 Accesibilidad

Para acceder a la zona de investigación desde la capital de la república del Perú se accederá el siguiente tramo:

- Desde el kilómetro 0 se parte de la ciudad de Lima, pasando el distrito de Chosica para llegar a la altura de Ticlio, posterior llegando a La Oroya y de allí a la provincia de Junín, para llegar al cruce Yanamate cercana a la ciudad de Cerro de Pasco, de allí llegando al Km 333 de la carretera central en la localidad de Chicrín.

Mapa 1





Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3 Características químicas de la relavera Chicrín

El volumen depositado en las 3 canchas de Chicrín está estimado en 4.5 millones de m<sup>3</sup>, esta tres canchas se puede visualizar en el mapa N° 2 teniendo la ubicación: Cancha 1 (Chicrín, parte superior), cancha 2 (Chicrín, pie de presa) y Cancha 3 (Chicrín, talud ladera Norte).

6 Las tres canchas de Chicrín se encuentran situadas "aguas abajo" de las oficinas administrativas, en la orilla izquierda del río Huallaga.

La preparación de los espacios requeridos para las canchas de Chicrín ha implicado la ejecución de obras de ingeniería hidráulica para desviar el curso del río Huallaga en un tramo de aproximadamente 1 km. El terreno obtenido mediante este proceso abarca alrededor de 1.8 hectáreas.

La situación actual de estas canchas y del área de influencia estimada (en metros cuadrados) de la cuenca es la siguiente:

**Tabla 2:**  
**Situación de Canchas de Relave de Chicrín**

Deposito	Cancha N°	Situación	Área (m <sup>2</sup> )
Chicrín	1	Cierre temporal	1000
	2		2000
	3	Para emergencia	1000

**Fuente:** Plan de Cierre Unidad Minera Atacocha-2007

Las canchas 1, 2 y 3 han sido designadas como "canchas de emergencia" y han sido objeto de un programa de revegetación. En la ladera Norte de estas canchas se ha implementado un proceso de revegetación utilizando especies nativas.

#### 4.1.3.1 Caracterización Geoquímica

Se han obtenido muestras de los depósitos de relaves con el fin de analizar su potencial como fuentes de generación ácida a largo plazo. Los resultados de la

investigación, realizada en tres laboratorios distintos, muestran una consistencia notable, como se detalla en la tabla siguiente:

**Tabla 3:**  
**Balance Ácido-Base de las Muestras**

TIPO	LUGAR DE MUESTREO	pH	% S, como		POTENCIAL (kg CaCO <sub>3</sub> /t)			PN/PA
			Total	SO <sub>4</sub>	PA	PN	PNN	
6 Relave	Chicrín, parte superior	7.85	7.57	0.08	235	321	86	1.37
Relave	Chicrín, pie de presa	6.01	3.20	0.18	94	401	307	4.27
Relave	Chicrín, talud ladera Norte	7.98	17.28	0.57	522	216	- 306	0.41

**Fuente:** Plan de Cierre Unidad Minera Atacocha-2007- Pruebas realizadas por el laboratorio Chemex de Canadá

Los resultados del balance ácido-base de estas pruebas facilitan la clasificación de estos sitios en una escala evaluativa de tres niveles: marginal y alto, como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 4:**  
**Balance Ácido-Base de las Muestras**

VALORACIÓN DEL POTENCIAL DE GENERACIÓN ÁCIDA	PNN	PN/PA
6 Nulo o bajo	PNN > 20	PN/PA > 3
Marginal	0 > PNN < 20	1 < PN/PA < 3
Alto	PNN < 0	PN/PA < 1

**Fuente:** Plan de Cierre Unidad Minera Atacocha-2007- Pruebas realizadas por el laboratorio Chemex de Canadá

Para más detalle:

- Relave Chicrín, parte superior Bajo a marginal
- Relave Chicrín, pie de presa Bajo a marginal
- Relave Chicrín, talud ladera Norte Alto

#### 4.1.3.2 <sup>8</sup> Caracterización Mineralógica

La mineralogía de los relaves almacenados, de acuerdo al lugar de muestreo, es como sigue:

##### A) Chicrín, parte superior

Los carbonatos superan a los sulfuros en proporción, aunque de manera precaria, lo que a largo plazo podría resultar en la pérdida de su capacidad de neutralización. La relación entre pirita y carbonato se sitúa en torno a <sup>8</sup> 0.60 a 1.

##### B) Chicrín, pie de presa

Los relaves están compuestos de 52 % de carbonatos (y otros componentes de cuarzo feldespato y, en menor escala, skárnico) y entre 3.5 a 9 % de piritas. La relación carbonatos a sulfuros es alta, lo que garantiza su función neutralizante en el largo plazo.

### **C) Chicrín, talud ladera Norte**

Los sulfuros, principalmente pirita con esfaleritas accesorias, superan en proporción a los carbonatos en estos relaves, lo que los convierte en posibles fuentes de generación de drenaje ácido.

## Mapa 2

Evaluación de las características químicas de la relavera Chicrín

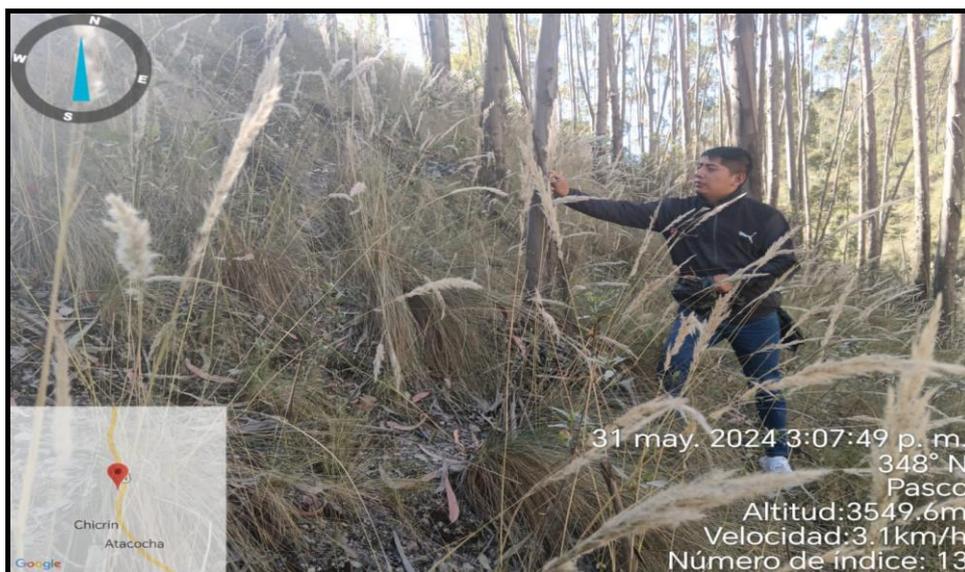


#### 4.1.4 Ciclo de vida del Eucalipto en la relavera Chicrín

Desde el año 1998 se realizó el sembrío de eucalipto, variedad globulus y especies nativas en el área total de la relavera Chicrín, para el sembrío se utilizó un sustrato de abono y tierra negra en un mayo de 50 cm para enraizar las raíces.

En la actualidad en el año 2024 ya son 26 años de crecimiento continuo de estas especies en la relavera, lo que se puede apreciar en la visita de campo realizado que los eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín el tallo es delgado a diferencia con los eucaliptos desarrollados naturalmente al contorno de la relavera de Chicrín, asimismo se puede apreciar que las hojas presentan de color amarillenta con respecto a diferencia con los eucaliptos crecidos naturalmente al contorno de la relavera de Chicrín, esta se puede observar en las siguientes imágenes:

**Imagen 1:**  
**Vista de especies de Eucaliptus en la relavera Chicrín**



**Imagen 2:**  
**Vista de especies de Eucaliptus en la relavera Chicrín y al contorno de la relavera**



**Imagen 3:**  
**Vista de especies de Eucaliptus en la relavera Chicrín y al contorno de la relavera**



## 4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.

### 4.2.1 Proceso de recolección de muestras de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Para la evaluación del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A. se extrajo muestras superficiales como son de tallos y hojas.

Para ellos se recolecto de dos estaciones de monitoreo teniendo como referencia la valoración del potencial de ácido en la zona marginal y alto, tal como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 5:**  
**Estación de monitoreo**

Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS 1984	
		Norte	Este
RT-01	Zona superior de la relavera Chicrín (zona marginal de potencial de generación ácida)	8830983.00	369706.00
RT-02	Zona Baja de la relavera Chicrín (zona alta de potencial de generación ácida)	8831541.00	369642.00

Estas estaciones de monitoreo se pueden detallar en el siguiente mapa donde se puede visualizar las dos estaciones de monitoreo: RT-01 Zona superior de la relavera Chicrín (zona marginal de potencial de generación ácida) y RT-02 Zona Baja de la relavera Chicrín (zona alta de potencial de generación ácida).

Por otro lado, en cada estación de monitoreo se recolecto un kilo de muestra entre tallo y hojas para estas ser preservadas y enviadas al laboratorio acreditado por INACAL para su análisis de la presencia de metales presentes en la especie Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), para mas detalles de las actividades realizadas en campo se evidencia las siguientes imágenes:

**Imagen 4:**  
**Recolección de muestras de tallo y hojas**



**Imagen 5:**  
**Recolección de muestras de tallo y hojas**



**Imagen 6:**  
**Preservado y enviado para su análisis a laboratorio acreditado**



Mapa 3  
Estación de monitoreo



#### 4.2.2 Resultados de presencia metales pesados presentes en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín

A continuación, se detalla los resultados de metales pesados presentes en las estaciones de monitoreo RT-01 y RT-02.

**Tabla 6:**  
Resultado de metales pesados en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín

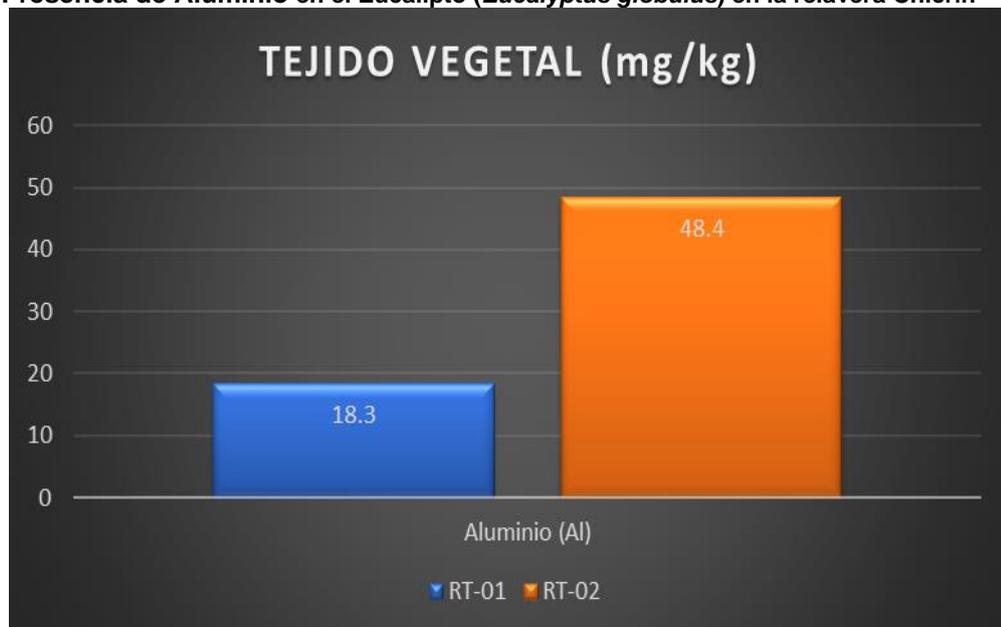
Metales pesados mg/kg	RT-01	RT-02
Plata (Ag)	0.1	0.12
Aluminio (Al)	18.3	48.4
Arsénico (As)	0.4	2.1
Boro (B)	14.3	13.4
Bario (Ba)	0.7	4.8
Berilio (Be)	<0.03	<0.03
Calcio (Ca)	1640.7	2410.9
Cadmio (Cd)	1.43	1.51
Cerio (Ce)	<0.2	<0.2
Cobalto (Co)	<0.05	0.06
Cromo (Cr)	0.31	0.45
Cobre (Cu)	6.8	9.6
Hierro (Fe)	64.3	640
Mercurio (Hg)	<0.1	<0.1
Potasio (K)	8540.6	3414
Litio (Li)	<0.3	<0.3
Magnesio (Mg)	1420.3	314
Manganeso (Mn)	45.6	94.3
Molibdeno (Mo)	<0.2	<0.2
Sodio (Na)	17.2	16.4
Níquel (Ni)	0.15	0.43

Fósforo (P)	845.4	319
Plomo (Pb)	3.98	11.4
Antimonio (Sb)	<0.2	0.3
<sup>16</sup> Selenio (Se)	<0.3	<0.3
Estaño (Sn)	0.4	0.8
Estroncio (Sr)	2	9.4
Titanio (Ti)	0.3	0.48
Talio (Tl)	<0.3	<0.3
Vanadio(V)	0.04	0.23
Zinc (Zn)	95.4	142.4
Uranio (U)	<0.7	<0.7

Fuente: Servicios Analíticos Generales

En base a la tabla 6 se detalla de los principales metales pesados de los cuales se especifica en los resultados en base a los siguientes gráficos:

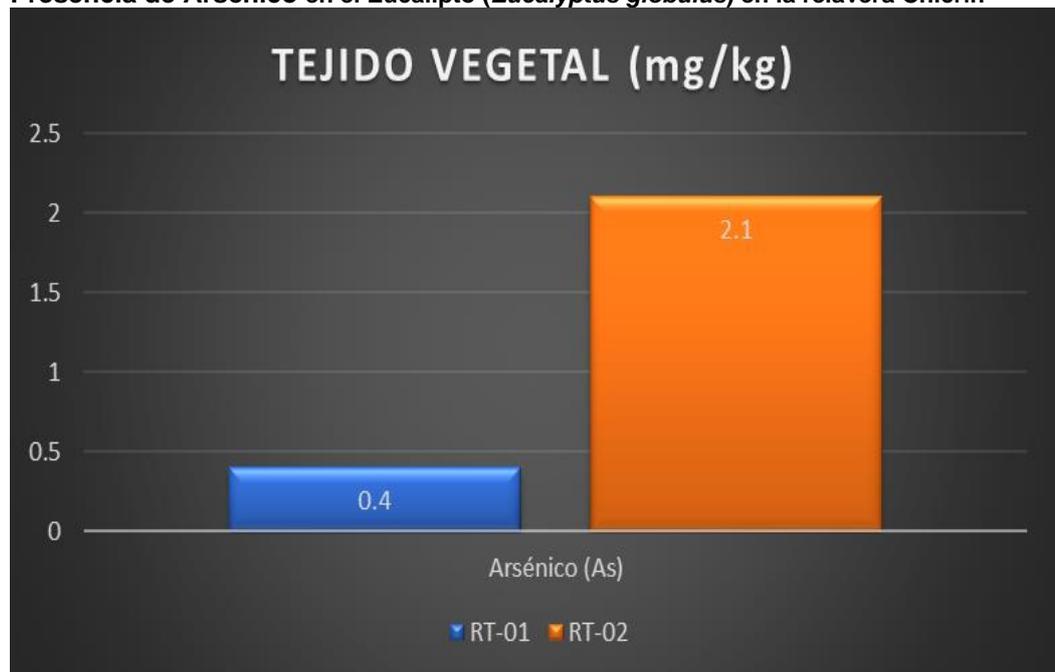
**Gráfico 1 :**  
**Presencia de Aluminio en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín**



### Interpretación del Grafico 1

En base a la tabla 6 y grafico 1 la presencia de Aluminio en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Aluminio en el Eucalipto se encontró de 18.3 mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Aluminio en el Eucalipto se encontró de 48.4 mg/kg.

**Gráfico 2 :**  
**Presencia de Arsénico en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín**

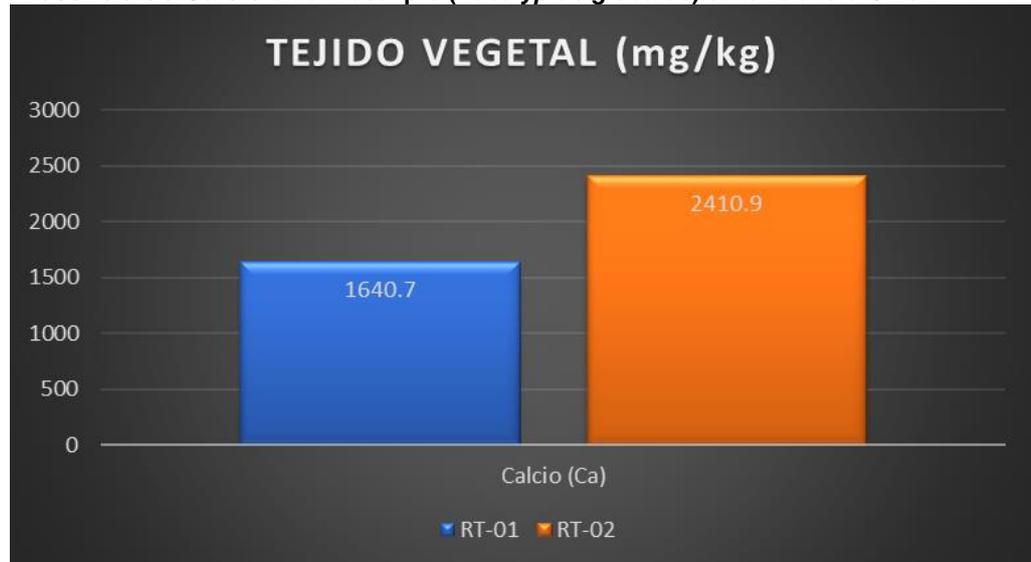


### Interpretación del Grafico 2

En base a la tabla 6 y grafico 2 la presencia de Arsénico en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Arsénico en el Eucalipto se encontró de 0.4

mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Arsénico en el Eucalipto se encontró de 2.1 mg/kg.

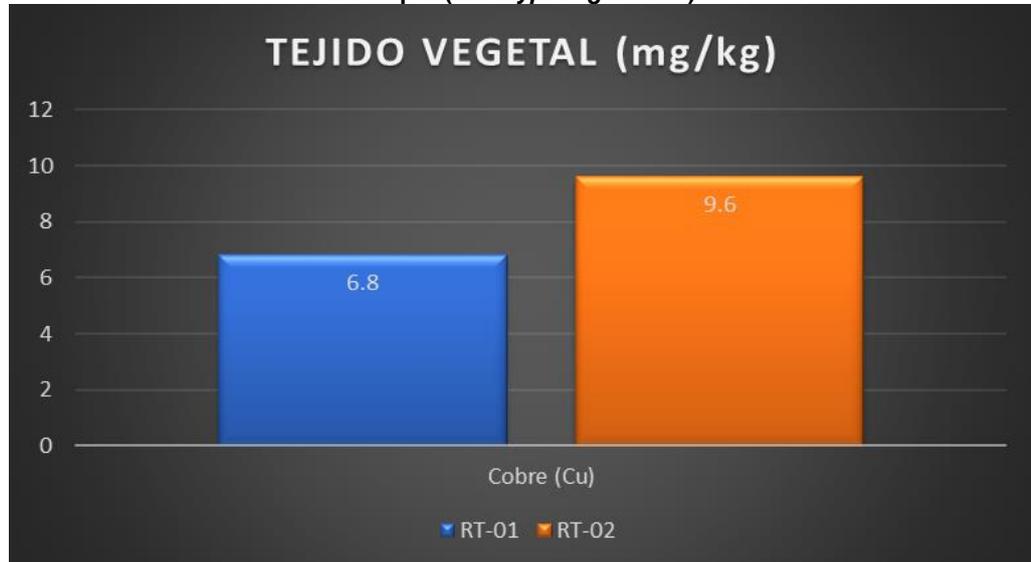
**Gráfico 3 :**  
**Presencia de Calcio en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín**



### Interpretación del Grafico 3

En base a la tabla 6 y grafico 3 la presencia de Calcio en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Calcio en el Eucalipto se encontró de 1640.7 mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Calcio en el Eucalipto se encontró de 2410.9 mg/kg.

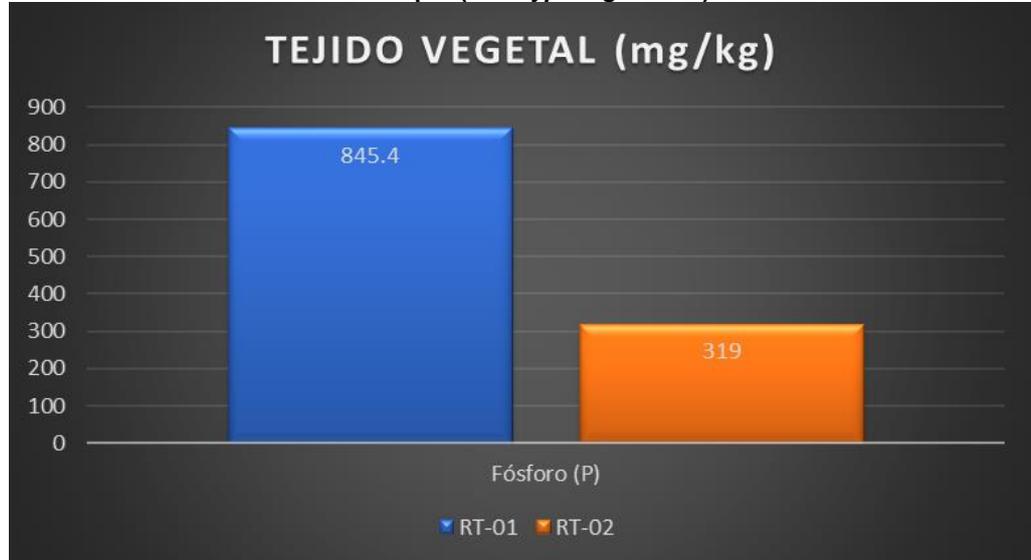
**Gráfico 4 :**  
**Presencia de Cobre en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín**



#### **Interpretación del Grafico 4**

En base a la tabla 6 y gráfico 4 la presencia de Cobre en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Cobre en el Eucalipto se encontró de 6.8 mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Cobre en el Eucalipto se encontró de 9.6 mg/kg.

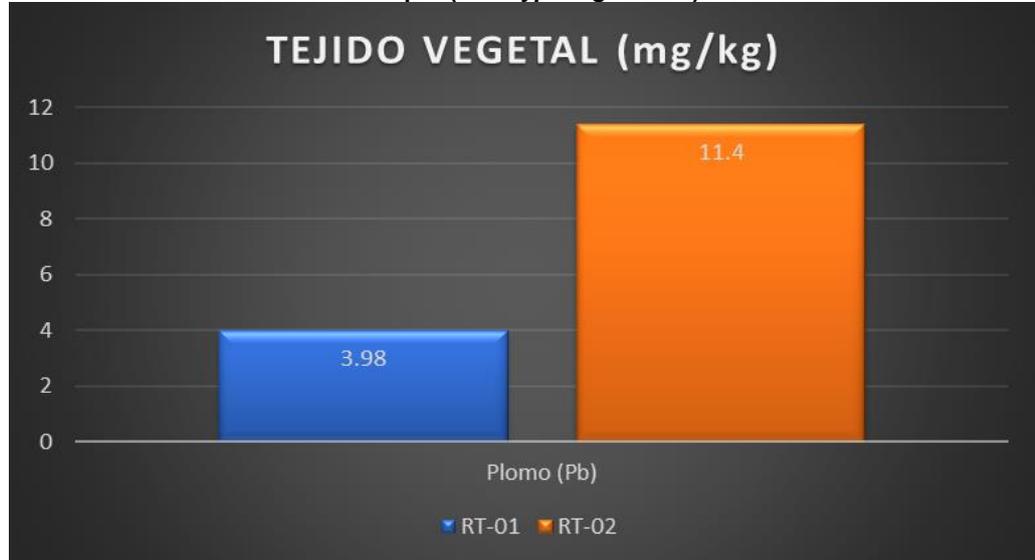
**Gráfico 5 :**  
**Presencia de fosforo en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín**



#### **Interpretación del Grafico 5**

En base a la tabla 6 y grafico 5 la presencia de fosforo en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de fosforo en el Eucalipto se encontró de 845.4 mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de fosforov en el Eucalipto se encontró de 319.0 mg/kg.

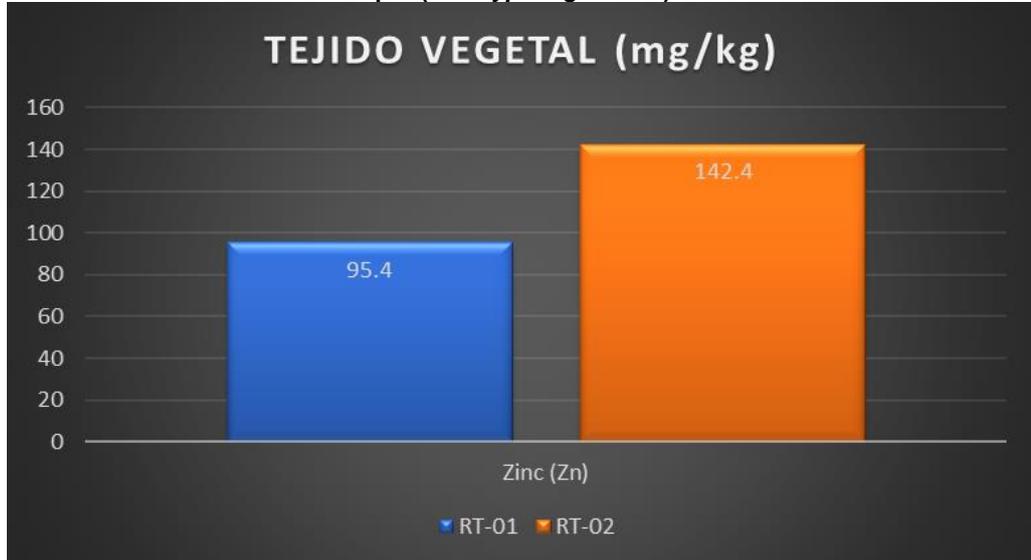
**Gráfico 6 :**  
**Presencia de Plomo en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín**



#### **Interpretación del Grafico 5**

En base a la tabla 6 y gráfico 6 la presencia de Plomo en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Plomo en el Eucalipto se encontró de 3.98 mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Plomo en el Eucalipto se encontró de 11.4 mg/kg.

**Gráfico 7 :**  
**Presencia de Zinc en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín**



#### **Interpretación del Grafico 7**

En base a la tabla 6 y grafico 7 la presencia de Zinc en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Zinc en el Eucalipto se encontró de 95.4 mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Zinc en el Eucalipto se encontró de 142.4 mg/kg.

### 4.3 Prueba de hipótesis

Nuestra hipótesis inicial de nuestra investigación fue como se menciona a continuación:

*“Se evidencia la adaptabilidad del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín . perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha-2024”.*

Como se puede evidenciar en la investigación se evidencia la adaptabilidad del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín . perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha, esto se debe a varias condiciones, principalmente en el sustrato dado para el sembrío se utilizó un sustrato de abono y tierra negra en un mayo de 50 cm para enraizar las raíces, por otro lado, también el clima en la zona denominado Chicrín que supera 15°C ayuda a desarrollarse adecuadamente estas especies.

Para comparar con algún límites máximos permisibles, nos basamos con el reglamento (UE) 2021/1317 de la comisión de 9 de agosto de 2021 de España menciona que límite máximo permisible por ejemplo para el plomo para las raíces y rizomas es de 1,50 mg/kg, por lo que en comparación con nuestros resultados, en base a la presencia de Plomo en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Plomo en el Eucalipto se encontró de 3.98 mg/kg y en la

estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Plomo en el Eucalipto se encontró de 11.4 mg/kg, por lo que se determina que el eucalipto de esta zona no son aptos para uso humano.

El área que ocupa el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha supera 42000 m<sup>2</sup>. Por otro lado el tiempo de sembrado el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha, supera 25 años.

#### **4.4 Discusión de resultados**

- Como se mencionó los relaves al ser material inorgánico con contenido metálico al estar no protegido generan lixiviados que afecta a la flora, fauna y recursos hidrológicos agua abajo afectando en su calidad, por otro lado, genera material particulado que afecta al entorno donde se encuentra.
- Por otro lado en la actualidad la Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha tiene hasta 3 depósitos de relaves, para nuestro caso la relavera de Chicrin ubicado aguas debajo de la población de Chicrin, aguas arribas de la población de Cajamarquilla y asimismo con más referencia se encuentra al contorno de la carretera que une Cerro de Pasco con Huánuco, esta relavera estuvo en operación en los años 1990 hasta el 1995, como plan de mitigación la Unidad Minera Atacocha utilizo la especie de Eucalipto (*Eucalyptus*

*globulus*) sembrado en todo el área superficial de la relavera, donde se puede observar que esta especie se adaptó pero también se pudo observar que sus tallos son bastante delgados.

- Los eucaliptus adaptados en la relavera Chicrín para la actividad minera es adecuada y cumple los requisitos para el Plan de Cierre, ya como se evidencio estas especies se adoptaron a las condiciones del clima, al relave, asimismo se evidencio que no genera lixiviados en la zona.
- Con respecto si estas especies superan los límites máximos permisibles (LMP) se desconoce ya que en nuestro país no se tiene normativa específica, pero comparando con el reglamento (UE) 2021/1317 de la comisión de 9 de agosto de 2021 de España menciona que límite máximo permisible por ejemplo para el plomo para las raíces y rizomas es de 1,50 mg/kg, por lo que en comparación con nuestros resultados, en base a la presencia de Plomo en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Plomo en el Eucalipto se encontró de 3.98 mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Plomo en el Eucalipto se encontró de 11.4 mg/kg, por lo que se determina que el eucalipto de esta zona no son aptos para uso humano.

## CONCLUSIONES

- Finalizada la investigación se pudo determinar que en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A de acuerdo al ensayo realizado se evidencia la presencia de metales pesados en el tallo y hojas.
- Los Eucaliptos (*Eucalyptus globulus*) adaptados en la relavera Chicrín para la actividad minera es adecuada y cumple los requisitos para el Plan de Cierre, ya como se evidencio estas especies se adoptaron a las condiciones del clima, al relave, asimismo se evidencio que no genera lixiviados en la zona.
- El área de sembrío y adaptabilidad que ocupa el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha supera 42000 m<sup>2</sup>. Por otro lado el tiempo de sembrado el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín. perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha, supera 25 años.
- Como se mencionó con respecto si estas especies superan los límites máximos permisibles (LMP) se desconoce ya que en nuestro país no se tiene normativa específica, pero comparando con el reglamento (UE) 2021/1317 de la comisión de 9 de agosto de 2021 de España menciona que límite máximo

permisible por ejemplo para el plomo para las raíces y rizomas es de 1,50 mg/kg, por lo que en comparación con nuestros resultados, en base a la presencia de Plomo en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en la relavera Chicrín, para la estación RT-01 (Zona superior de la relavera Chicrín) donde es un área marginal de potencial de generación ácida la presencia de Plomo en el Eucalipto se encontró de 3.98 mg/kg y en la estación RT-02 (Zona Baja de la relavera Chicrín) en esta área alta de potencial de generación ácida a presencia de Plomo en el Eucalipto se encontró de 11.4 mg/kg, por lo que se determina que el eucalipto de esta zona no son aptos para uso humano.

## RECOMENDACIONES

- i. Se recomienda el uso del Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) adaptado en la relavera Chicrín perteneciente a Nexa Resources S.A-Unidad Minera Atacocha; distrito Yanacancha para su propagación pueda ser utilizado para su uso en los trabajos de fitorremediación.
  
- ii. Difundir la investigación a nuestros hermanos menores de educación superior para su uso complementario en la investigación de estos tipos de investigaciones.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Barzola Elizabeth . (2019). Especies forestales para la recuperación de suelos contaminados con cobre debido a actividades mineras. Pasco-Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Cornejo Antonio . (2022). Efecto del bosque de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Aliso (*Alnus glutinosa*) en la calidad del suelo: Jesus - Lauricocha 2021. Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huanuco.

Economía. (2023). ¿Qué son los relaves mineros y qué acciones están tomando las principales empresas mineras? Revista Economía, 1.

G. Renobales & J. Sallés. (2001). *Eucalyptus globulus*.

Huaman Aaron . (2020). Evaluación de la adaptabilidad de las especies *Stipa ichu* y *chrysopogon zizanioides* en los relaves mineros de San José de Parac - San Mateo, Lima. Lima-Perú: Universidad Peruana Unión.

Huaranga Félix. (2021). Bioindicator species of contamination by mining tailings in the Samne Sector, La Libertad-Peru, 2021. Perú: Scielo.

Karolien van Teijlingen. (2019). Los depósitos de relaves en Ecuador y sus riesgos Socio-Ambientales. Ecuador: Fundación Pachamama.

MINAM. (2019). Glosario de suelos contaminados. Perú: Ministerio del Ambiente.

Nexa Resources. (2022). NEXA RESOURCES ATACOCHA S.A.A. (PERÚ). Perú.

Palma David . (2015). Cambios en las propiedades del suelo en plantaciones de Eucalipto de Tabasco, México. México: Scielo.

Pilon Smits . (2005). Qué es la Fitorremediación.

Roberto Pizarro. (2016). Especies forestales para la recuperación de suelos contaminados con cobre debido a actividades mineras. Chile: Scielo.

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. (2019). Reglamento de publicación. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

## **ANEXOS**

# ANEXO 1

## Resultado de metales pesados



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



### INFORME DE ENSAYO N° 140423 - 2024 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : INGA CRUZ, DAVID ORLANDO  
**DOMICILIO LEGAL** : AV: CIRCUNVALACION ARENALES N°214 - PASCO- PASCO  
**SOLICITADO POR** : INGA CRUZ, DAVID ORLANDO  
**REFERENCIA** : INGA CRUZ, DAVID ORLANDO  
**PROCEDENCIA** : CHICRIN - PASCO  
**FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 2024-05-02  
**FECHA(S) DE ANÁLISIS** : 2014-05-04 AL 2014-05-01  
**FECHA(S) DE MUESTREO** : 2014-04-29  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE  
**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL C MO SE RECIBIÓ.

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	Unidades
Total Metals (In Vegetable Tissues): Aluminum (Al), Antimony (Sb), Arsenic (As), Barium (Ba), Beryllium (Be), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Chromium (Cr) Cobalt (Co), Copper (Cu), Iron (Fe), Lead (Pb), Lithium (Li), Magnesium (Mg) Manganese (Mn), Mercury (Hg), Molybdenum (Mo) Nickel (Ni), Phosphorus (P), Potassium (K), Selenium (Se), Silver (Ag), Sodium (Na), Strontium (Sr), Thallium (Tl), Uranium (U), Vanadium (V), Zinc (Zn).	EPA Method 200.3, Rev. 1, April, 1991. Metals, Total Recoverable in Biological Tissues / EPA Method 200.7, rev.4.4. EMMC Version 1994.	mg/Kg

Ing. Marilu Tello Paucar  
 Director Técnico  
 C.I.P. N° 219624  
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**OBSERVACIONES:** • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservabilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude e falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 2

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Central Telefónica (+51) 435-6865 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico: contacto@sagperu.com



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL ORGANISMO  
INTERNATIONAL ACCREDITATION  
SERVICE, INC. - IAS  
CON REGISTRO TL - 829



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 047



## INFORME DE ENSAYO N° 140423 - 2024 CON VALOR OFICIAL

### II. RESULTADOS:

Producto declarado		Tejido Vegetal		Tejido Vegetal	
Matriz analizada		Tejido Vegetal		Tejido Vegetal	
Fecha de muestreo		2014-04-29		2014-04-29	
Hora de inicio de muestreo (h)		17:00		17:15	
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada		Refrigerada/ Preservada	
Código del Cliente		RT-01 (Eucalipto-Tallo y Hojas)		RT (Eucalipto-Tallo y hoja)	
Código del Laboratorio		19101182		19101186	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados		
<b>Metales totales</b>					
Silver / Plata (Ag)	0.07	mg/kg	0.10	0.12	
Aluminium / Aluminio (Al)	1.4	mg/kg	18.3	48.4	
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.4	2.1	
Boron / Boro (B)	0.2	mg/kg	14.3	13.4	
Barium/ Bario (Ba)	0.2	mg/kg	0.7	4.8	
Beryllium / Berilio (Be)	0.03	mg/kg	<0.03	<0.03	
Calcium / Calcio (Ca)	4.7	mg/kg	1640.7	2410.9	
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	1.43	1.51	
Cerium / Cerio (Ce)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	
Cobalt / Cobalto (Co)	0.05	mg/kg	<0.05	0.06	
Chromium / Cromo (Cr)	0.04	mg/kg	0.31	0.45	
Copper / Cobre (Cu)	0.1	mg/kg	6.8	9.6	
Iron / Hierro (Fe)	0.2	mg/kg	64.3	640.0	
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1	
Potassium / Potasio (K)	4.3	mg/kg	8540.6	3414.0	
Lithium / Litio (Li)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	
Magnesium / Magnesio (Mg)	4.4	mg/kg	1420.3	314.0	
Manganese / Manganeso (Mn)	0.05	mg/kg	45.6	94.3	
Molybdenum / Molibdeno(Mo)	0.2	mg/kg	<0.2	<0.2	
Sodium / Sodio (Na)	2.3	mg/kg	17.2	16.4	
Nickel / Niquel (Ni)	0.06	mg/kg	0.15	0.43	
Phosphorus / Fósforo (P)	0.3	mg/kg	845.4	319.0	
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	3.98	11.40	
Antimony / Antimonio (Sb)	0.2	mg/kg	<0.2	0.3	
Selenium / Selenio (Se)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	
Tin / Estaño(Sn)	0.1	mg/kg	0.4	0.8	
Strontium / Estroncio (Sr)	0.1	mg/kg	2.0	9.4	
Titanium / Titanio (Ti)	0.03	mg/kg	0.3	0.48	
Tallium / Talio (Tl)	0.3	mg/kg	<0.3	<0.3	
Vanadium / Vanadio (V)	0.04	mg/kg	0.04	0.23	
Zinc (Zn)	0.2	mg/kg	95.4	142.4	
Uranium / Uranio (U)	0.7	mg/kg	<0.7	<0.7	

L.D.M.: Limite de detección del método

Ing. M. Tello Paucar  
Director Técnico  
C.I.P. N° 219624  
Servicios Analíticos Generales S.A.C.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 2 de 2

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rías Norte - Lima • Central Telefónica (511) 425-8855 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**ANEXO N° 2**  
**Imágenes de la investigación realizada**

**Fotografía 1: Imágenes de la adaptabilidad de las especies de eucalipto en la relavera Chicrín**



**Fotografía 2: Imágenes de la adaptabilidad de las especies de eucalipto en la relavera Chicrín**



**Fotografía 3: Imágenes de la presencia de relave donde se adaptó la especies de eucalipto en la relavera Chicrín**



**Fotografía 4: Imágenes de la presencia de relave donde se adaptó las especies de eucalipto en la relavera Chicrín**



**Fotografía 5: Imágenes de la presencia de relave donde se adaptó la especies de eucalipto en la relavera Chicrín**



## ● 19% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 18% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref

### FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	<b>repositorio.undac.edu.pe</b> Internet	4%
2	<b>vc.ehu.es</b> Internet	3%
3	<b>old.phytosudoe.eu</b> Internet	3%
4	<b>emis.com</b> Internet	1%
5	<b>scielo.org.pe</b> Internet	1%
6	<b>Vector Perú S.A.C.. "Plan de Cierre de Minas a Nivel Conceptual de la U...</b> Publication	<1%
7	<b>geografiacriticaecuador.org</b> Internet	<1%
8	<b>pdfcookie.com</b> Internet	<1%
9	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Internet	<1%

10	<b>doaj.org</b> Internet	<1%
11	<b>revistaeconomia.com</b> Internet	<1%
12	<b>22fe5c1a-db03-4094-aa29-339c693ed534.filesusr.com</b> Internet	<1%
13	<b>slideshare.net</b> Internet	<1%
14	<b>hdl.handle.net</b> Internet	<1%
15	<b>renatiqa.sunedu.gob.pe</b> Internet	<1%
16	<b>SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "EIA-D del Proyecto De...</b> Publication	<1%

## ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

---

### BLOQUES DE TEXTO EXCLUIDOS

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA E...

repositorio.undac.edu.pe

---

#### Para optar el título profesional de: Ingeniero

repositorio.undac.edu.pe

---

#### Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado

repositorio.undac.edu.pe

---

#### Según Sampieri (2011) la investigación descriptiva busca "especificar las propieda...

repositorio.undac.edu.pe

---

#### ÍNDICE DEDICATORIA AGRADECIMIENTOS RESUMEN ABSTRACT INTRODUCCIÓN ÍNDI...

repositorio.undac.edu.pe

---

#### 1.4 Formulación de objetivos

repositorio.undac.edu.pe

---

#### 2.4 Formulación de hipótesis ..... 182.4.1 Hip...

repositorio.undac.edu.pe

---

#### 2.6 Definición operacional de variables e indicadores

repositorio.undac.edu.pe

---

#### 4.3 Prueba de hipótesis

repositorio.undac.edu.pe

## ÍNDICE DE TABLASTABLA 1

repositorio.undac.edu.pe