



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE
LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE
SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS
FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA

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

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE


: _____
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO


: _____
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS


: _____
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1749-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 18511 presentado por el (la) Bachiller: **RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : viernes 20 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidraulica

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



[Signature]
DR. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



[Signature]
Dr. Efraim Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1413-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 14934 por el señor (a): **RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1229 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N°083 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N°083 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

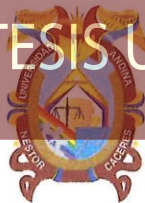
ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. Efraim Pantoja Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 809-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-10219, presentado el señor (a) RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 763 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 99-2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA ha presentado su propuesta de investigación Titulado: TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 99-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA correspondiente a la línea de investigación CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Dr. ARNALDO YANA TORRES.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS Dr. WILTHON QUISPE HUANCA DECANO CIP. 47790



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

cc. Archivo Interesado (a)



TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	14%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
3	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
5	C. Mileto, F. Vegas, V. Cristini. "Rammed Earth Conservation", CRC Press, 2019 Publicación	<1%
6	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "Plan de	<1%




Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71540846
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-8723-8511
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Datos de investigación	
Línea de investigación	Contaminación y Calidad Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Recursos propios
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Sandia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Latitud: S 14° 14' 00'' - Longitud: O 69° 26' 00''  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=16NwtBINdePKIHIRn5VP9zFUDy_LVzaA&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ciencias del medio ambiente https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08</p> <p>Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p>
<p>https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</p> <p>- Librería</p>	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS Y INGENIERÍAS
JULIACA - ZONA SUR

[Signature]
Dr. Efraín Pacilio Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RENZO GUTIÉRREZ PARIAPAZA identificado con DNI Nro. 71540846
en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 06 de ENERO del 2025

FIRMA ASESOR

FIRMA TESISTA



Huella



ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Análisis de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Problema general o pregunta general.....	2
1.2.2 Problemas específicos o preguntas específicas.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Justificación del estudio.....	4
1.4.1 Justificación técnica.....	4
1.4.2 Justificación económica.....	4
1.4.3 Justificación social.....	4
1.4.4 Justificación ambiental.....	5
1.5 Hipótesis.....	5



1.5.1	Hipótesis general	5
1.5.2	Hipótesis específicas.....	5
1.6	Variables	6
1.6.1	Variable independiente	6
1.6.2	Variable dependiente	6
1.6.3	Operacionalización de variables	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes del estudio.....	7
2.1.1	Internacional	7
2.1.2	Nacional.....	10
2.1.3	Regional.....	13
2.2	Bases teóricas	14
2.2.1	Relave minero.....	14
2.2.2	Almacenamiento de relaves mineros	15
2.2.3	Instalaciones de relaves	15
2.2.4	Composición química.....	17
2.2.5	Normas para el manejo del lodo	17
2.2.6	Dactylis glomerata.....	18
2.2.7	Festuca Arundinacea.....	19
2.2.8	Fertilidad de superficie	20



2.3	Marco conceptual	20
2.3.1	Humus.....	20
2.3.2	Guano de isla	20
2.3.3	Compost.....	20
2.3.4	Lodos mineros	21
2.3.5	Deshidratación de lodos.....	21
2.3.6	pH	21
2.3.7	Nitrógeno	22
2.3.8	Fósforo.....	22
2.3.9	Potasio	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Tipo de investigación	23
3.2	Enfoque de investigación	23
3.3	Nivel de investigación.....	23
3.4	Técnicas e instrumentos del estudio.....	24
3.4.1	Técnicas	24
3.4.2	Instrumentos	24
3.5	Lugar de estudio.....	25
3.6	Población y muestra	26
3.6.1	Población	26



3.6.2 Muestra 26

3.7 Procedimiento metodológico 26

3.7.1 Procedimiento metodológico para el primer objetivo específico: Analizar las cualidades fisicoquímicas de los lodos deshidratados generados en el Frente Minero Santa Rosa – Ollachea..... 26

3.7.2 Procedimiento metodológico para el segundo objetivo específico: Estimar la cantidad de concentraciones de fertilizantes (humus, compost y estiércol) son los adecuados para el crecimiento de *Dactylis glomerata* y *Festuca Arundinacea*..... 28

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados 30

4.1.1 Evaluar las cualidades químico-físicas de los relaves mineros generados en la Unidad Minera Cuchilla..... 30

4.1.2 Estimar el número de concentraciones de fertilizantes (humus, compost y estiércol) son los correctos para el desarrollo de *Dactylis glomerata* y *Festuca Arundinacea*. 42

4.2 Discusión..... 50

CONCLUSIONES..... 52

RECOMENDACIONES 53

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

ANEXOS 56



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	6
Tabla 2. Experimento para <i>Dactylis glomerata</i>	29
Tabla 3. Experimento para <i>Festuca arundinacea</i>	29
Tabla 4. Resultados de textura de la muestra	31
Tabla 5. Estándares de calidad ambiental (ECA - 2017).....	33
Tabla 6. Comparación de resultados.....	33
Tabla 7. Monitoreo de crecimiento.....	42



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Frente Minero Santa Rosa	25
Figura 2. Representación de porcentajes de textura de la muestra.	31
Figura 3. Triangulo de textura USDA	32
Figura 4. Comparación de resultados de laboratorio para lodo deshidratado y los parámetros de Arsénico (As) de ECA para suelo.....	34
Figura 5. Comparación de resultados de laboratorio para lodo deshidratado y los parámetros de Bario (Ba) de ECA para suelo.	35
Figura 6. Comparación de resultados de laboratorio para lodo deshidratado y los parámetros de Cadmio (Cd) de ECA para suelo.	36
Figura 7. Comparación de resultados de laboratorio para lodo deshidratado y los parámetros de Cromo total (Cr) de ECA para suelo.	37
Figura 8. Comparación de resultados de laboratorio para lodo deshidratado y los parámetros de Plomo (Pb) de ECA para suelo.	38
Figura 9. Comparación de resultados de laboratorio para lodo deshidratado y los parámetros de Mercurio (Hg) de ECA para suelo.....	39
Figura 10. Comparación de resultados de laboratorio para lodo deshidratado y los parámetros de Cianuro Libre de ECA para suelo.....	40
Figura 11. Comparación de resultados de laboratorio para lodo deshidratado y los parámetros de Cromo VI de ECA para suelo.....	41
Figura 12. Crecimiento de <i>Dactylis glomerata</i> y <i>Festuca arundinacea</i> con el fertilizante Guano de Isla (20% y 35%).....	43



Figura 13. Crecimiento de <i>Dactylis glomerata</i> y <i>Festuca arundinacea</i> con el fertilizante Compost (20% y 35%).	45
Figura 14. Crecimiento de <i>Dactylis glomerata</i> y <i>Festuca arundinacea</i> con el fertilizante Humus (20% y 35%).	47
Figura 15. Crecimiento de <i>Dactylis glomerata</i> y <i>Festuca arundinacea</i> sin aporte de fertilizante.	48
Figura 16. Comparación de crecimiento para las 2 variedades de semillas.	49



RESUMEN

Debido al gran crecimiento que ha tenido la minería artesanal, se ha incrementado considerablemente el uso de metales pesados, los cuales son conocidos por tener un impacto perjudicial a la salud y al medio ambiente. Teniéndolo en cuenta, se sugirió realizar una investigación sobre el proceso de tratamiento y el uso de relaves mineros con el propósito de cultivar *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*. Las muestras fueron sometidas a un examen de laboratorio, que incluyó la medición del pH y la composición fisicoquímica de la muestra, así como la identificación de la existencia de metales pesados en el lodo seco de la Unidad Minera Cuchilla. Las muestras fueron recolectadas del sitio de almacenamiento de relaves y luego fueron sometidas al examen de laboratorio. Los hallazgos mostraron que esta muestra tenía un pH de 1.31 y una textura equivalente a la del limo. Además, se descubrió que el pH de esta muestra era de 1.31. Las cantidades de Hg, Pb y As en la muestra fueron significativamente mayores que el promedio para cada uno de estos elementos. La variedad *Festuca arundinacea* fue beneficiaria de una aplicación de un fertilizante de humus que contenía un 35%, lo que resultó en una aceleración del desarrollo de la planta. Al concluir el período de sesenta días, el contenedor que se denominó F6 había alcanzado una altura de 13,5 cm durante ese lapso de tiempo. De igual forma, es evidente que el fertilizante de estiércol tuvo un grado de compatibilidad bastante bajo con la germinación de los diferentes tipos que se investigaron, lo cual es algo que se debe tomar en cuenta. Además, el uso de fertilizantes naturales es un componente crucial en el proceso de limpieza de relaves.

Palabras clave: estiércol, compost, humus, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, fitorremediación.



ABSTRACT

Because of the great growth that has taken place in the artisanal mining business, there has been a considerable increase in the use of heavy metals, which are known to have a detrimental impact on both the health of humans and the environment. In this respect, it was suggested that an investigation into the treatment process and the use of mine tailings for the purpose of growing *Dactylis glomerata* and *Festuca arundinacea* be carried out. The samples were then subjected to laboratory examination, which included the measurement of the sample's pH and physicochemical composition, as well as the identification of the presence of heavy metals in the dried sludge from the Cuchilla Mining Unit. The samples were collected from the tailings storage site, and then they were subjected to the laboratory examination. The findings showed that this sample had a pH of 1.31 and a texture that was equivalent to that of silt. Additionally, the pH of this sample was discovered to be 1.31. Quantities of Hg, Pb, and As in the sample were significantly higher than the average for each of these elements. The *Festuca arundinacea* variety was the recipient of an application of a humus fertilizer that contained 35%, which resulted in the plant's development being accelerated. When the sixty-day period came to a conclusion, the container that was designated as F6 had achieved a height of 13.5 cm throughout that time span. Similarly, it is clear that the manure fertilizer had a rather low degree of compatibility with the germination of the different types that were investigated. This is something that need to be taken into consideration. In addition, the use of natural fertilizer is a crucial component in the process of cleaning up tailings.

Keywords: manure, compost, humus, *Dactylis glomerata* , *fescue arundinacea* , phytoremediation



INTRODUCCIÓN

La minería artesanal es un fenómeno notable que se observa en todo el mundo, que abarca desde operaciones en pequeña escala hasta minas de oro en toda América del Sur. La Oficina Internacional del Trabajo (1999) estima que esta actividad involucra a más de 13 millones de personas. Las empresas artesanales se caracterizan por bajos niveles de producción, estándares de seguridad insuficientes e impactos ambientales adversos.

La minería artesanal es un tipo de minería dedicada únicamente a la extracción de oro, que ha cobrado importancia en nuestro país debido a una combinación de motivaciones y posibilidades de supervivencia. La región de Madre de Dios, experimentó una migración considerable después del hallazgo de metales que contaminan el cauce del río. La mayor parte de estas personas provenían de las regiones más empobrecidas del país.

La región de Sandia enfrenta desafíos debido a la expansión descontrolada de la minería artesanal e ilícita, sin supervisión de las autoridades pertinentes. La acumulación de lodos secos de las operaciones mineras plantea riesgos significativos para los trabajadores debido al uso inadecuado del mercurio y a las medidas de protección inadecuadas contra sus impactos en la salud. El mercurio es luego descargado en los ecosistemas acuáticos, mientras que los remanentes desecados se almacenan en instalaciones agrícolas, poniendo en riesgo la flora y fauna local.

La actual investigación tuvo como finalidad examinar el uso de relaves para la fertilización de *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*. Esta conclusión se basó en los criterios antes mencionados.

La metodología utilizada es experimental.

La investigación está estructurada en 4 capítulos, que se detallan seguidamente:



El cap 1 aborda la conceptualización del problema, las finalidades de la investigación.

El cap II analiza la base teórica del estudio.

El cap III explica la metodología y el marco procedimental del estudio.

El cap IV describe los descubrimientos, conclusiones y sugerencias del estudio.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Análisis de la situación problemática

En muchas circunstancias, la minería es la oportunidad más práctica para ganarse la vida y, en otros casos, es incluso la única opción abierta al individuo. Las personas que viven en zonas rurales a menudo se ganan la vida mediante la minería artesanal y en pequeña escala, que es uno de los métodos más frecuentes. Sin embargo, los gobiernos, las grandes corporaciones, los ambientalistas y otros actores clave de la sociedad a veces se resisten a apoyar actividades que están conectadas a las redes sociales. Entre las actividades que se consideran más alarmantes está el empleo de mercurio por parte de los mineros de oro. Esta práctica es muy perjudicial a la salud de los mineros, sino también la salud de los demás. (Abriendo Brecha, Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible, 2002).

El sector minero en Perú ha sido responsable de una variedad de problemas ambientales, incluidos el vertido de desechos químicos, relaves, humos nocivos, polvo, drenaje ácido y daños irreversibles a los ecosistemas. Estos problemas han sido causados por el uso de equipos de minería. Se ha observado que una amplia gama de entornos se han visto afectados por problemas de este tipo.



Entre los nombres que se escuchan actualmente se encuentran La Oroya, Cerro de Pasco, Ticapampa y Choropampa. Otro nombre que se escucha es Choropampa. En el caso de los ecosistemas, este proceso afecta la estructura, función y ciclos de materia y energía presentes en dichos ecosistemas. Los beneficios que la civilización obtiene de estos ecosistemas, así como las cadenas de valor y actividades económicas que se conectan con ellos, también se ven afectados. Además, los propios ecosistemas están asociados a la actividad económica. (Arriaran y Gómez, 2008)

Debido a la falta de organismos reguladores en la zona minera, o, en el escenario más severo, la ausencia de monitoreo ambiental, el distrito de Sandia está experimentando efectos perjudiciales. Esto se debe a la ausencia de monitoreo ambiental. Una explicación de este fenómeno es que podría atribuirse al crecimiento exponencial de la minería artesanal ilícita que se ha presentado en el transcurso de los últimos años. Aquellos mineros que se ven sometidos a procesos mineros son los que se ven más afectados negativamente por el relave minero que es consecuencia de las operaciones mineras. Además de las consecuencias nocivas para los suelos agrícolas, esta acumulación también ha tenido una influencia nociva en el área de estudio.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general o pregunta general

¿Cuál es el proceso para el tratamiento de relaves mineros para el crecimiento de *Dactylis glomerata* y *Festuca Arundinacea* proveniente de la Unidad Minera Cuchilla, Sandia?



1.2.2 Problemas específicos o preguntas específicas

- ¿Cuáles son las características físicas y químicas de los relaves mineros generados en la Unidad Minera Cuchilla, Sandia?
- ¿Cuál será el proceso de tratamiento de los relaves mineros generados en la Unidad Minera Cuchilla, Sandia?
- ¿Qué cantidad de fertilizante (humus, compost y estiércol) serán adecuadas para el desarrollo de *Dactylis Glomerata* y *Festuca Arundinacea*?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el proceso para el tratamiento de relaves mineros para el crecimiento de *Dactylis glomerata* y *Festuca Arundinacea* proveniente de la Unidad Minera Cuchilla, Sandia.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las características fisicoquímicas de los relaves mineros en para el tratamiento de relaves mineros generados en la Unidad Minera Cuchilla, Sandia.
- Determinar el proceso de tratamiento de los relaves mineros generados em la Unidad Minera.
- Estimar la cantidad de fertilizante (humus, compost y estiércol) será el adecuado para el crecimiento de *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*.



1.4 Justificación del estudio

1.4.1 Justificación técnica

Al momento de seleccionar cómo tratar los minerales deshidratados, es una práctica habitual tomar en cuenta las cualidades fisicoquímicas de los minerales que se forman en los distintos frentes mineros. Esto se hace con el fin de garantizar que los minerales sean de la más alta calidad posible. Este estudio tiene lugar con el fin de producir una solución de fitorremediación que se adapte a las condiciones particulares que se presentan en la comunidad que se encuentra en su región.

1.4.2 Justificación económica

El tratamiento de lodos secos, que se producen como subproducto de la extracción de mineral de oro, es una alternativa que representa una posibilidad económica práctica. Esto se debe a que los insumos que se emplean en estos lugares, como fertilizantes, plántulas y contenedores, son muy asequibles. Considerando que este enfoque de tratamiento no necesita el uso de electricidad, es factible obtener ahorros de costos al usarlo.

1.4.3 Justificación social

El término "minería artesanal", que también se conoce a menudo como "minería ilícita", describe la clase de minería que prevalece en la región de Ollachea. La razón es que permite que las familias que tienen ingresos no muy altos tengan más acceso a recursos financieros, por lo que no se gestionan adecuadamente los metales nocivos, lo que pone en riesgo el bienestar de los mineros, conocidos como "pallaqueras", clasificados como metales peligrosos. Además, esto provoca la contaminación de los suelos agrícolas, de las áreas aledañas a los campamentos, así como se encuentran a gran distancia de los campamentos.



1.4.4 Justificación ambiental

La minería artesanal ha contribuido de manera significativa a la devastación del medio ambiente, debido principalmente a que implica el uso de metales pesados. Estos metales pesados y los cuerpos de agua se utilizan para diversos fines, entre ellos la fertilización de cultivos frutales. Estos elementos han sido responsables de la destrucción de nuestro medio ambiente de diversas formas y han sido responsables de ello. La existencia de metales pesados que, al combinarse con el aire, el suelo y otros componentes plantean importantes desafíos a la integridad del ambiente y al bienestar público de las poblaciones que se encuentran a una distancia considerable de los sitios mineros, es una preocupación importante.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Con las variedades *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea* y la adición de fertilizantes naturales se tendrá un óptimo tratamiento y aprovechamiento de los relaves mineros provenientes de la Unidad Minera Cuchilla del distrito de Sandia.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Los valores de las características fisicoquímicos del relave minero producido en la Unidad Minera Cuchilla son bastante elevados.
- La cantidad de fertilizante suministrado (humus, compost y guano de isla) entre 34% y 42% con suelo deshidratado es adecuada para el crecimiento de *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*.

1.6 Variables

1.6.1 Variable independiente

Proceso de Fertilización de los lodos deshidratados.

1.6.2 Variable dependiente

Crecimiento de *Dactylis Glomerata* y *Festuca Arundinacea*

1.6.3 Operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Independiente Fertilización de los lodos deshidratados del frente Santa Rosa - Ollachea	Formulación de abono orgánico	Compost	Kg
		Humus	
		Guano de isla	
Dependiente Crecimiento de <i>Dactylis Glomerata</i> y <i>Festuca Arundinacea</i>	Concentración de estándares	Nitrógeno (N)	%
		Fosforo (P)	%
		Potasio (k)	%
	Textura	Arcilla	-
		Limo	-
		Arena	-
Eficacia del crecimiento de <i>Dactylis Glomerata</i> y <i>Festuca Arundinacea</i>		Adición de fertilizantes	20% 35%
		Sin adición de fertilizantes	-



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 *Internacional*

(Pizarro, 2016), La finalidad de su proyecto de investigación, titulado "Especies forestales para la recuperación de suelos cubiertos por actividades mineras", fue evaluar el potencial del fito para sustentar especies vegetales nativas y no nativas en áreas afectadas negativamente por operaciones mineras en la región de Coquimbo. Esto se hizo con el fin de determinar si el fito podría convertirse en un hábitat viable para estas especies vegetales. El experimento tuvo lugar en dos períodos diferentes, cada uno de los cuales era independiente del otro. Se recolectaron y emplearon un total de veinte especies distintas en las dos parcelas experimentales. Dentro de las especies, había catorce especies distintas de árboles, 4 especies distintas de plantas herbáceas. El tratamiento denominado "A" se inició en el año 2002 e incluyó una sección que había sido fertilizada además de una región adyacente que no había sido fertilizada. Las diversas especies se dividieron en partes de cuarenta centímetros por cuarenta centímetros por cuarenta centímetros y dos metros por dos metros de tamaño respectivamente. Se acordó la instalación de un sistema de riego que proporcionara a cada



planta ocho litros de agua cada dos días o cada tres días según la decisión que se tomara. El tratamiento "A" fue responsable del crecimiento de sesenta plantas, como lo demuestran los productos de la investigación de tratamientos que tuvo lugar en el año 2002 con fines de investigación. Se estaban estableciendo tres individuos dentro de cada especie. Estos individuos se estaban estableciendo. En el año 2004, se presentó una nueva narrativa en el tratamiento conocido como "B". El procedimiento tuvo lugar en un total de quince plantas, con cinco muestras provenientes de cada una de las tres especies que se estaban considerando para el tratamiento. Un punto adicional a considerar es que no se aplicó fertilizante. Este trío específico de especies fue elegido a pesar de que tuvieron mayores tasas de supervivencia en el tratamiento "A". Los pacientes reciben la terapia "B" en la misma cantidad y con la misma frecuencia que reciben el tratamiento "A". Se realizó la selección de este trío particular de especies. Además, se ha decidido poner en marcha una parcela de control, a la que se denominará tratamiento "C". Al considerar los resultados del estudio, es posible concluir que la *Acacia saligna* es la especie con mayor disposición de acumulación de metales, con acumulación de tasas de supervivencia superiores al 80 por ciento. Las hojas presentan una concentración de 34,8 ppm en suelos no tratados, pero los tallos presentan una concentración de 12,3 ppm en suelos tratados.

(Díaz, 2020) en su estudio titulado "Tratamiento de suelos mineros mediante co-compostaje con biocarbón, estiércol ovino y residuos orgánicos domésticos". En la actualidad, se utilizan distintas tecnologías para intentar disminuir el efecto que las tareas humanas tienen sobre el ambiente. Se realizó una investigación sobre el objetivo del proyecto con el fin de determinar si el uso de biocarbón, estiércol de cabra y residuos sólidos urbanos es ventajoso en el tratamiento de los acopios de suelos mineros. Las técnicas experimentales que se emplearon para el propósito de esta investigación fueron planificadas para evaluar el desempeño del suelo creado por las minas de carbohidratos. Esto se hizo con la meta de



alcanzar con las metas de este estudio. Además, la investigación analizó los efectos que tuvo el co-compostaje, que se recolectó de desechos de áreas urbanas (residuos de alimentos vegetales) y desechos de áreas rurales (estiércol de cabra y hojas secas), sobre dos especies de plantas distintas. *Brachiaria decumbens* y *Caesalpinia ébano*, ambas endémicas de la zona, fueron las especies de plantas en cuestión.

- **Muestra:** Para la obtención de muestras de suelos que fueron influenciados por las operaciones de minería de carburo a cielo abierto, se verificó que se siguiera el método conocido, con el fin de garantizar la recolección de las muestras. La fábrica municipal de carburo de La Loma, Cesar, se encontraba ubicada en las coordenadas 9°38'25.1" Norte y 73°28'05.6" Oeste respecto al sistema de coordenadas. Se escogieron un total de cinco lugares distintos dentro de los patios de la instalación para la recolección de muestras.

Para realizar el compostaje y las pruebas de campo, se utilizó la finca experimental, que se encuentra ubicada en el valle de Mina El Cielo y es supervisada por la Universidad del Pueblo del Cesar. El paso a paso de compostaje tuvo lugar en situaciones que incluyeron una temperatura de treinta grados centígrados, una nevada anual de quinientos milímetros y una precipitación anual de novecientos sesenta y un milímetros. Estas fueron las condiciones a las que se enfrentaron. El mercado público de Valledupar se encarga de la recolección de basura orgánica, que incluye restos de tuberculosis, así como cáscaras de frutas y verduras. Esto se logra mediante la utilización de bolsas plásticas que son beneficiosas para el medio ambiente y pesan cinco kilos cada una. En la finca La Veguita, que se encuentra en el sector Los Pondores del departamento de La Guajira, se ha realizado con éxito la recolección de heces de cabras de la especie *Capra anglonubiana*. El mercado público de Valledupar se encarga de la recolección de basura orgánica, que incluye restos de tuberculosis, así como cáscaras de frutas y verduras. Esto se logra mediante la utilización de bolsas plásticas que son



beneficiosas para el medio ambiente y pesan cinco kilos cada una. En la finca La Veguita, que se encuentra en el sector Los Pondores del departamento de La Guajira, se ha realizado con éxito la recolección de heces de cabras de la especie *Capra anglonubiana*.

2.1.2 Nacional

(Trujillo Blanco, 2013). La finalidad del estudio denominado "Evaluación de la Capacidad Fitorremediadora de Plantas Adaptadas al Ambiente Minero" fue evaluar la capacidad fitorremediadora de plantas que habían sido aclimatadas al ambiente minero. En la planta de concentración de Santa Rosa de Jangas. El objetivo principal que se pretendía lograr mediante la recolección de valores era obtener información sobre la concentración general de metales pesados que estaban existentes en el sustrato o suelo. Este plan se elaboró en la Planta Concentradora de Santa Rosa de Jangas, que se halla en el Distrito de Jangas de la Provincia de Huaraz. Esta planta sirvió como el sitio donde se concibió por primera vez el concepto. Encontrar plantas que tuvieran propiedades que pudieran ser beneficiosas para la sanación de estos ambientes fue el principal objetivo de nuestra búsqueda. Se evaluaron los grados de bioconcentración en la superficie, a nivel de la raíz y en las partes aéreas de la planta para las tres especies: *Solanum hispidum* (*awipashtaq*), *Schinus molle* (*Molle*) y *Cortaderia rudiusscula*. La evaluación se realizó con el fin de determinar los niveles observados en cada una de estas tres áreas. En las cercanías de las operaciones mineras que tienen lugar en la planta concentradora Santa Rosa de Jangas (Cortadería), se ha descubierto que estas especies están presentando un aumento significativo en su población. En vista de que *Solanum hispidum* tiene el factor de translocación más alto para plomo, cadmio y zinc, es evidente que esta planta en particular es capaz de mover estos metales desde el rizoma hacia las áreas aéreas de la planta. Para el elemento boro, *Schinus molle* tiene más de 10, y esta es la razón por la que se clasifica como un hiperacumulador. La especie *Cortaderia rudiusscula*, por otro lado, tiene un FBC aéreo de 21,3 para boro, lo que demuestra que esta especie es un



hiperacumulador de este elemento en comparación con otras especies. El boro es un elemento significativo en el cuerpo de esta especie.

(Pérez Tomaylla, 2021). El estudio que lleva por nombre "Revisión Sistemática de la Identificación de Especies Vegetales con Potencial de Remediación (fitorremediación) de Suelos Contaminados por Metales Pesados, 2021" Este estudio tuvo como objetivo proporcionar los resultados de un análisis exhaustivo de los valores recopilados de una gama de fuentes científicas entre los años 2000 y 2016, con especial énfasis en las especies que tienen más éxito en el proceso de remediación de superficies contaminadas con metales pesados. Los datos se recopilaron entre los años 2000 y 2016. Teniendo en cuenta los hallazgos, la fitorremediación parece ser un método que es económicamente viable y practicable. En este método se utilizan plantas que son capaces de metabolizar, volatilizar, recolectar y absorber metales pesados del suelo. Los artículos científicos que se seleccionaron para ser examinados a lo largo de la investigación fueron responsables del descubrimiento de una serie de especies que son de importancia significativa. Algunas de las plantas que entran en esta categoría. Se han descubierto siete técnicas de fitorremediación más, cada una de las cuales sigue un patrón similar. La rizodegradación, la fitosalinización, la fitodegradación, la rizofiltración, la fitoestabilización o fitoinmovilización, la fitovolatilización y la fitoextracción son algunos de los procesos que pueden clasificarse como pertenecientes a uno de estos grupos. Se le da una gran importancia a la fitoextracción ya que las especies que se usan tienen una disposición significativa para recolectar contaminantes en sus diferentes tejidos. Esta es la razón por la que se le da mucha atención a la fitoextracción. Otros autores, por otra parte, opinan que la fitoestabilización es la estrategia más adecuada, ya que no dé lugar en las raíces u otras partes de la rizosfera, lo que a su vez contribuye al mantenimiento del flujo de tráfico hacia la planta. La selección de especies de plantas o el enfoque de fitorremediación para una ubicación particular estará influenciada por una gama de variables,

incluido la clase de suelo, el método de eliminación de la contaminación, las situaciones climáticas y ambientales de la región que necesita ser restaurada y el grado en que la especie se haya adaptado a una variedad de hábitats.

(Mur, 2015). En "Evaluación de la Aplicabilidad de Especies Forestales Peruanas en la Fitorremediación de la Mina Relaves Relaves en Yanahuara, Arequipa, Perú", Mediante el uso de una técnica conocida como fitorremediación, es posible eliminar la contaminación por metales pesados que se ha esparcido sobre las superficies. El bajo costo de este procedimiento es, sin duda, una de las ventajas más notorias que ofrece. En el marco de este estudio, se investigaron siete especies forestales diferentes originarias de la zona andina del Perú para ver qué tan exitosas eran en el tratamiento de reptiles mineros. *Acacia visco*, *Buddleja coriacea*, *Eucalyptus globulus*, *Myoporum laetum*, *Polylepsis racemosa* y *Schinus molle* fueron las plantas que se utilizaron en este experimento. Luego de un período de treinta y siete semanas, se realizó una evaluación sobre el desarrollo de las especies que habían sido trasplantadas a un estanque minero. Además de esto, se realizó una determinación sobre el pH del estanque, así como la concentración de los ingredientes químicos específicos que contiene. El Sb, el As, el Cd, el Cu, la Ag y el Pb fueron algunos de los componentes químicos que se aislaron de las especies forestales. A través de una cuidadosa observación, se demostró que las especies forestales tenían una tolerancia significativa al suelo contaminado.

En términos de remoción de cobre, se descubrió que *Polylepsis racemosa* tenía el porcentaje más alto, que se informó que era del 90,15 por ciento. Con esta información, se puede deducir que cada especie que se investigó mostró una capacidad mejorada para la eliminación de cobre. Un insulto adicional a la herida fue el hecho de que esta especie específica tuvo las tasas más altas de eliminación de plomo (71,21%), plata (50,65%) y plomo (80,14%). El movimiento, que fue del veinticinco por ciento, según la mejor interpretación de la información del CD. Existe la posibilidad de que *M. laetum* sea capaz de vivir en suelos



contaminados con zinc (Zn), y también es capaz de tolerar y acumular concentraciones peligrosas de plomo (Pb). Dentro del ámbito de la investigación de fitorremediación que se centra en las especies que más se ha investigado. Es posible que la especie *E. globulus* sea posible de prosperar en suelos contaminados con zinc, cobre y plomo, según la información que se encuentra disponible actualmente.

2.1.3 Regional

(Cruz Torres, 2020). En “Aprobación del Lodo Deshidratado Generado en la Facilidad Minera San Juan de Dios para Cierre de Mina con *Dactyles Globular* y *Bromus Auletucus Trinus*, Ananea”. La presente investigación tuvo lugar con la finalidad de calcular si los lodos desaturados que se produjeron en la unidad minera San Juan de Dios como resultado del desarrollo de *Dactyles glomerata* y *Bromus auletucus trinus* pueden ser utilizados para el cierre de la mina. Para identificar las cualidades que fueron deshidratados, tuvo lugar un análisis preliminar de las muestras de suelo deshidratado que se generaron en la unidad minera. Esta evaluación se realizó con el fin de conocer las características de los suelos. Para determinar las concentraciones adecuadas de materia orgánica, que comprendía compost, humus y estiércol, se utilizó el suelo que había sido secado en la preparación. La implementación de esta actividad se realizó con el fin de lograr los objetivos. El suelo se manejó logrando un tamaño de partícula homogéneo; durante todo el tratamiento, el ambiente se reguló constantemente, la temperatura se mantuvo a un nivel regular, y se ofreció riego de campo y protección de aves. Para el propósito del experimento se utilizarán ollas con una capacidad de cinco kilos y se aplicarán diferentes dosis de tratamiento. A través de estudios empíricos se ha demostrado que la concentración de iones de hidrógeno, a la que se le suele denominar pH, es de 6,32. La textura del lodo seco puede describirse como franco arcilloso limoso, si se quiere ser preciso. Los niveles de arsénico (As) en 138,6 mg/kg, calcio (Ca) en 621 mg/kg y plomo (Pb) en 481,6 mg/kg son sustancialmente superiores a los límites



aceptables que han sido definidos por las Normas de Calidad Ambiental para Suelos. Seguidamente se presenta una lista de las observaciones sobre las cantidades de metales pesados en las superficies que han sido deshidratados: arsénico (As) se mide en 139.6 mg/kg, (Ca) se mide en 622 mg/kg (Pb) se mide en 480.6 mg/kg durante todo el análisis. El contenedor con la etiqueta D3 que contenía una combinación de 3.2 kilos de lodo seco y 0.8 kilogramos de estiércol de la especie *Dactyles glomerata* mostró un crecimiento de 28 centímetros en el transcurso del período de observación de 136 días. El contenedor fue etiquetado como D3. Los organismos pertenecientes al género *Dactyles glomerata* vieron la expansión más significativa como consecuencia de la aplicación del estiércol.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Relave minero*

Son un subproducto considerable que se produce como consecuencia del método, y la frase "relaves" alude a esta técnica. Estos bienes son a menudo el resultado del proceso de trituración, molienda y procesamiento del mineral extraído para obtener minerales valiosos y generar un producto concentrado que se pueda vender en el mercado. Este procedimiento se lleva a cabo típicamente para fabricar un producto que se pueda vender. El insumo que queda luego de que se ha terminado el proceso de concentración se conoce como "relaves", y la palabra "relaves" se usa apropiadamente. Los relaves a menudo se transportan en una suspensión que se compone de agua y partículas minerales finas que están compuestas de partículas finas. También se pueden mover utilizando el equipo tradicional de movimiento de tierras y someterse a deshidratación. Por otro lado, se pueden transportar. Para que las operaciones de separación de minerales sean efectivas, es necesario tratar los relaves de esta manera.

2.2.2 Almacenamiento de relaves mineros

Los relaves de las minas se depositan en embalses después de haber sido procesados. Esto se hace con el fin de minimizar la influencia que los relaves tienen en el medio ambiente de la región circundante. En lo que respecta al proceso de establecer instalaciones de relaves, ahora hay una variedad de formas diferentes que se pueden utilizar al hacerlo. Las siguientes tácticas se incluyen en estos enfoques:

- Existen instalaciones de relaves tradicionales disponibles además de las formas de eliminación de pozos que son accesibles.
- Es necesario reparar los relaves, lo que debe incluir el relleno de las excavaciones que se realizaron debajo.
- Esos relaves que se han filtrado.

Hay una presa y un sistema de contención instalados en todos y cada uno de estos sitios de relaves. El propósito de estas estructuras es disminuir la cantidad de soluciones que se descargan al medio ambiente. Con el fin de recolectar cualquier filtrado inadecuado y luego redirigirlo al sitio de proceso o al sitio del reservorio, es una práctica habitual utilizar un sistema de bombeo.

2.2.3 Instalaciones de relaves

Existen instalaciones de relaves en zonas mineras de todo el mundo. Estas instalaciones son históricamente bien gestionadas, con muy pocos incidentes; sin embargo, ha habido fallas, y por ellas sabemos que los incidentes con relaves tienen el potencial de tener un impacto significativo en las comunidades, las economías locales y el medio ambiente circundante.



2.2.3.1 Instalación de relaves convencionales

Dos partes requeridas para la ejecución de una instalación de relaves son una presa y un sistema de contención que se ha creado. Es posible transportar lodos de relaves directamente a una instalación de relaves por medio de una bomba u otra tecnología de transporte directo que sea equivalente. Los lodos de relaves generalmente se componen de una a dos partes de partículas finamente pulverizadas por una a dos partes de agua. Es una práctica común llevar la solución de regreso a la planta de procesamiento después de que se haya separado de las partículas mediante una técnica de eliminación.

2.2.3.2 Instalación de pegado

En la última etapa, que tiene lugar antes de que se almacene el lodo de relaves, se produce una "pasta" extrayendo agua del lodo de relaves en espesadores, que son tanques especializados. Este proceso tiene lugar antes de que se almacene el lodo de relaves. Es necesario completar esta operación antes del almacenamiento del lodo de relaves. Existe la posibilidad de que el material que se genere tenga una textura comparable a la de la pasta de dientes debido a la concentración de agua de los relaves, que normalmente es inferior a una parte de agua por tres partes de partículas finamente pulverizadas por volumen.

2.2.3.3 Relaves filtrados

Después de la aplicación de un filtrado a alta presión a los relaves, se genera un producto conocido como torta de filtración lavada. En el producto de torta de filtración que estamos analizando, la proporción de agua por partículas finamente trituradas es de aproximadamente una parte de agua por cinco partes de trigo. Además, la torta de filtración se puede distribuir mediante el uso de camiones y cintas transportadoras, que son métodos eficaces de distribución de métodos. Después de eso, la torta de filtración se puede almacenar en una instalación que maneje relaves. El tamaño de la presa que se requiere para garantizar la estabilidad de la pendiente es a menudo mucho menor que el que se requiere para las



operaciones normales de relaves. Es importante señalar que los detalles del proyecto tienen una influencia significativa en las dimensiones de la presa que se construirá.

2.2.4 Composición química

Los lodos pueden ser orgánicos o inorgánicos, y su composición y contenido pueden variar según su origen. Una de las características distintivas de los lodos de EDARU es su elevado contenido de agua, que puede variar entre el 92 y el 98 por ciento. La mayoría de los componentes en suspensión están formados por materia orgánica, que incluye moléculas como lípidos, proteínas y carbohidratos. Además, la presencia de metales pesados y sustancias inorgánicas es muy baja, ya que solo se encuentran cantidades traza. Además, la mayor parte del contenido de agua de los componentes esparcidos o en suspensión está compuesto principalmente por insumo orgánico. Este es el caso de la mayoría de los componentes.

2.2.5 Normas para el manejo del lodo

2.2.5.1 Condiciones límites de manejo de lodos y las instalaciones para su capacidad final

- **Plan de minimización y gestión de desechos sólidos**

El Plan de Minimización y Manejo de Residuos es uno de los componentes que se incluyen asociados a la unidad Generadora. Por parte del Generador es necesario que aporte esta idea. Los procesos administrativos y técnicos que son necesarios para una gestión eficaz del territorio se incluyen en este plan a través de su ejecución.

1. Contenido del Plan de Minimización y gestión de desechos Sólidos

Es necesario poner en marcha solventes para cumplir con los objetivos que se han trazado en esta Ley.

Una vez autorizado el Instrumento de Gestión Ambiental asociado al presente Plan de Minimización y Gestión de desechos Sólidos, es importante poner en marcha las actividades de gestión e información que se requieren implementar.

2. Declaración Anual de Control de Desechos

Los productores de lodos están obligados a presentar anualmente a la Dirección General del Organismo Administrativo del Ministerio de Vivienda, Construcción y Salud una declaración sobre la gestión de los desechos sólidos. Esta declaración debe presentarse a través del programa en línea conocido como Portal Institucional. La presentación de esta declaración debe realizarse dentro de los primeros quince (15) días de cada año para cumplir con los requisitos obligatorios. (Ley N° 27314, 2017)

2.2.6 *Dactylis glomerata*

En los bosques templados húmedos de México, esta especie vegetal específica se utiliza frecuentemente como forraje debido a su alta capacidad de crecimiento, moderada resistencia a bajas temperaturas y moderada resistencia al secuestro. Por estas razones, se utiliza con frecuencia. Esto se debe a que es capaz de soportar temperaturas frías de grado moderado. Se presentan datos sobre clasificaciones taxonómicas del año 2016 de acuerdo con CONABIO.

2.2.6.1 Detalles de la especie

Además de ser una planta perenne con un ligero tinte azul, tiene el potencial de alcanzar una altura de hasta 1.2 metros y tiene la capacidad de crecer hasta esa altura en la actualidad. A pesar de que el tallo es recto, delgado y sin pelos, tiene una propensión a arquearse en los nudos en ocasiones. Las hojas se disponen de forma alternada en dos filas a lo largo del tallo, con nervaduras paralelas y divididas en dos secciones: la sección inferior,



conocida como vaina, envuelve parcialmente el tallo y suele ser más corta que el entrenudo, mientras que la sección superior, denominada limbo, es alargada, angulosa, plana y de textura abrasiva; se extiende periféricamente entre el vexilo y el limbo. Las panículas angulosas, también denominadas inflorescencias, pueden alcanzar longitudes de hasta 25 centímetros y están situadas en la parte superior de los tallos, que son los más extendidos. De las ramas surgirá una gran cantidad de espiguillas y, a medida que se acerquen a la fase de floración, las ramas se acortarán. Esto se debe a que las espiguillas comienzan a surgir de las ramas. Algunas de las brácteas que rodean las flores tienen pelos, algunas tienen aristas diminutas y otras tienen estambres que tienen terminaciones de color albaricoque. Las flores están rodeadas por una variedad de brácteas a su alrededor. En comparación con otros tipos de flores, son más pequeñas. (2016) CONABIO

2.2.7 *Festuca Arundinacea*

La altura de la planta perenne cespitosa puede variar entre 45 y 180 centímetros, según la especie. Las hojas que han sido ligadas tienen un limbo plano y con nervaduras prominentes que pueden crecer hasta una longitud de hasta un centímetro. Otras características de estas hojas son las pinzas y las aurículas ciliadas. La inflorescencia es una panícula que puede ser vertical o doblada, y su forma puede variar de lanceolada a rectangular. Sus posibles orientaciones incluyen vertical y doblada. Además de eso, tiene ramas alargadas y algo curvadas. Las espiguillas, además de tener ramas largas que pueden contener entre tres y diez floretes, también incluyen glumas que son aproximadamente similares en cantidad a los floretes. Existe una categoría de lemas que no tienen aristoros o tienen aristoros de menos de cuatro milímetros de tamaño.

2.2.8 *Fertilidad de superficie*

El concepto de “fertilidad de la superficie” se refiere a la noción de que el suelo tiene la disposición de fomentar el desarrollo de las plantas y brindarles los nutrientes que necesitan para prosperar. (2021, Sistema)

- Clases de fertilidad de la superficie.
- Fertilidad fisicoquímica de la superficie.
- Fertilidad química de la superficie.

2.3 **Marco conceptual**

2.3.1 *Humus*

Los procesos naturales que resultan en la formación del humus a partir del insumo orgánico que se forma en la superficie como consecuencia de la descomposición de residuos animales o vegetales son responsabilidad de los microbios. El humus se desarrolla a partir del insumo orgánico que se produce en la superficie.

2.3.2 *Guano de isla*

En línea con un convenio interinstitucional que se estableció entre las dos instituciones del MINAGRI, AGRORURAL suministró al INIA guano recolectado en la isla. El guanay, el piquero y el pelícano peruano son algunas de las aves marinas responsables de la creación de esta comida que es un producto completamente orgánico.

2.3.3 *Compost*

En el paso a paso del compostaje, la actividad biológica tiene lugar en un ambiente aeróbico, lo que implica la presencia de oxígeno. El compostaje es un proceso que implica la presencia de oxígeno. Si se mantienen los niveles adecuados de temperatura y humedad, los

desechos orgánicos tienen el potencial de transformarse en una sustancia homogénea que puede ser digerida por la vegetación. (FAO, 2013)

2.3.4 Lodos mineros

Los desechos de la planta de tratamiento se almacenan en estanques de lodos que se encuentran dentro de las operaciones mineras inmediatamente después de la extracción de minerales abrasivos. Estos estanques se ubican dentro de las instalaciones de fabricación. Es esencial deshacerse de los estanques después de que se haya descubierto la basura y se haya colocado en el lugar apropiado. No hay forma de reutilizar estos productos de desecho ya que los niveles de contaminación que suelen tener son bastante altos. Esto hace que sea imposible reutilizarlos.

2.3.5 Deshidratación de lodos

La evaporación es el paso a paso que se usa para suprimir los residuos tóxicos del agua, y el proceso se conoce como deshidratación. Para tener en cuenta la posibilidad de crecimiento, es importante tomar medidas adicionales para reducir la carga. Debido a que el líquido de la laguna debe crearse de forma natural durante un período prolongado mediante el uso de lechos secos y evaporación solar, es esencial que este proceso se lleve a cabo. Entre los equipos de proceso que funcionan a un ritmo más rápido y generan una menor cantidad de unidades se incluyen la centrifugación y las prensas, que se conocen comúnmente como filtros de extracción. Ambos tipos de equipos se denominan filtros de extracción. (Awasa, 2019)

2.3.6 pH

Es una de las métricas más cruciales que se pueden examinar en relación con el suelo, a pesar de que se trata de una medición química sencilla. Además, el pH es una de las métricas más utilizadas. Sin embargo, no proporciona ninguna información sobre la acidez o

alcalinidad del suelo; más bien, proporciona datos esenciales que se pueden aplicar para evaluar el potencial agrícola del suelo, analizar la disponibilidad de nutrientes, pronosticar los cationes predominantes en los coloides de la superficie y proyectar patrones de retención de pesticidas. Todas estas cosas se pueden hacer juntas. (Villedaz, 2016)

2.3.7 Nitrógeno

Tanto las plantas como los microorganismos aceptan nitrógeno en forma de nitrato (NO_3) o amoníaco. Estos organismos absorben el nitrógeno. El suelo también puede incluir nitrógeno en una variedad de otras formas, como amonio (NH_4), que es una de las formas en que puede adoptar el nitrógeno. Los gusanos, las bacterias y los hongos que son nativos del suelo son los organismos responsables del almacenamiento de la importante cantidad de nitrógeno que se halla en la superficie.

2.3.8 Fósforo

Solo una pequeña fracción del fósforo total que contiene la superficie está disponible en solución, lo que implica que las plantas y las bacterias que se hallan en la superficie tienen acceso a él. Esta cantidad en particular se encuentra en el rango de 0,1 a 0,3 partes por millón en toda su medición. (Tito, 2019)

2.3.9 Potasio

Por ser el responsable de llevar a cabo acciones que están vinculadas con la nutrición de las plantas, es un componente importante, ya que es el responsable de llevar a cabo la actividad. Además, ayuda a mantener el equilibrio hídrico óptimo en las plantas, promueve la creación de crecimiento vegetativo y promueve el establecimiento de árboles robustos y duraderos. Además, le da a la planta la capacidad de resistir infecciones, lo que es un beneficio significativo.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El proyecto que se está realizando se considera una investigación experimental, ya que la variable independiente se modificará deliberadamente a medida que el investigador intervenga y recopile datos primarios. Esta es la razón por la que el estudio se denomina investigación experimental. (Hernández, 2018)

3.2 Enfoque de investigación

Este examen se concentrará principalmente en los métodos de investigación cuantitativa como su principal fuente de información. Es esencial poner énfasis en la importancia tanto del contenido como de los hallazgos estadísticos, y el uso de estas estrategias hace que sea más sencillo recopilar datos que se puedan recuperar una vez finalizado el estudio para brindar evidencia en apoyo de las hipótesis que se presentaron.

3.3 Nivel de investigación

En este contexto, se entiende como una explicación del procedimiento que se lleva a cabo para llegar a soluciones efectivas a un problema. Con el fin de promover el crecimiento de *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*, el objetivo es encontrar métodos alternativos



de fertilización que hagan uso de los desechos mineros secos de la mina Frente Santa Rosa-Ollachea. Esto se hará con el fin de lograr los resultados deseados.

3.4 Técnicas e instrumentos del estudio

3.4.1 Técnicas

Según Hernandez, R. & Fernandez (2014), en el proceso de recopilación de información con la idea de alcanzar un objetivo determinado, la elaboración de un plan de acción global es un paso de suma importancia.

- Análisis de la colección de la biblioteca.
- Se lleva a cabo una investigación de observación en el lugar del estudio con el fin de validar los hallazgos y aumentar la importancia del estudio desde un punto de vista científico.
- Se realizaron entrevistas con informantes clave, es decir, artesanos que trabajan en la industria minera, con la finalidad de establecer los pasos a seguir que se utilizan en el frente minero.
- Examen de los efectos fisicoquímicos de la sustancia.

3.4.2 Instrumentos

Según (Córdova Baldeón, 2018), Para la recolección de datos que requieran la medición de una o más variables, el investigador hará uso de instrumentos, los cuales podrán estar compuestos por elementos de medios físicos o digitales. Estos instrumentos serán utilizados para la recolección de datos.

- pH metro
- Balanza eléctrica
- Herramientas de jardinería
- Agregados (Humus, Compost, Estiercol)

3.5 Lugar de estudio

La Unidad Minera Cuchilla, que se encuentra en la zona de Sandia al suroeste del Perú, proporcionó las muestras de relaves mineros que se recolectaron para el propósito de esta investigación. Dentro del distrito de Sandia es donde se encuentra la Unidad Minera Cuchilla, la cual tiene un área total de 595.8 kilómetros cuadrados.

- Ubicación política

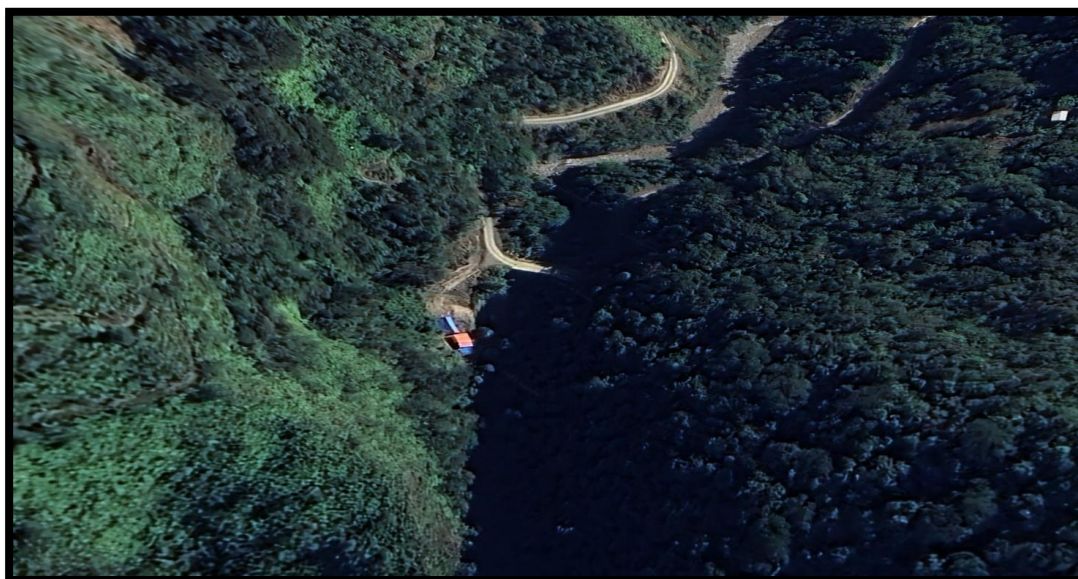
Departamento : Puno
Provincia : Sandia
Distrito : Sandia

- Coordenadas del lugar de muestreo

Sur : 14°09'40"
Oeste : 69°17'05"
Elevación : 1,500 m

Figura 1.

Localización del frente minero santa rosa





3.6 Población y muestra

3.6.1 Población

Los relaves mineros que se generan por la Unidad Minera Cuchilla, que se halla en el Distrito de Sandia, serán los individuos que conformarán la población de muestra para el proyecto de estudio que se está llevando a cabo.

3.6.2 Muestra

Para el objetivo del experimento, se obtendrá un total de 53.5 kg de relaves de las operaciones mineras. Fue necesario ofrecer a los investigadores una demostración de los relaves que se produjeron después de que se completó el proceso de extracción de oro.

3.7 Procedimiento metodológico

3.7.1 *Procedimiento metodológico para el primer objetivo específico: Analizar las cualidades fisicoquímicas de los lodos deshidratados generados en el Frente Minero Santa Rosa – Ollachea.*

En el primer paso del método objetivo se contará con una muestra del lodo deshidratado que se obtuvo del Frente Minero Santa Rosa. La falta de un método adecuado hace que este procedimiento se realice al aire libre, las muestras solo se llevan a un lugar determinado, donde se dejan deshidratar de manera natural, lo que finalmente provoca su salida del sitio de recolección. La razón de esto es que esta actividad se realiza al aire libre. Para obtener hallazgos que consideren los factores que son consecuencia de las muestras recolectadas, se realizarán investigaciones de laboratorio después de que se hayan recolectado las muestras.

- En el campo de la química física, el pH y la textura (particularmente arena, arcilla y limo) son componentes fundamentales.



- Metales pesados: se analizarán en un laboratorio que cuente con acreditación formal.
- Para determinar el nivel de pH, se recomienda hacer uso de un medidor de pH portátil que tenga un rango de medición que se extienda desde 0.00 hasta 14.00 pH.

Pasos de acción:

1. Se colocó una muestra de marga seca de diez gramos de peso dentro de un recipiente de vidrio.
 2. En el siguiente paso, se vierten veinte mililitros de agua destilada en el marco de la exhibición.
 3. En el transcurso de treinta minutos, el líquido debe agitarse manualmente con una pipeta a intervalos de cinco minutos hasta que se combine completamente.
 4. Deje que la pieza se recupere durante un período de quince minutos.
 5. Antes de comenzar la lectura de la muestra, asegúrese de que el medidor de pH se haya calibrado trabajando con soluciones tampón y que los electrodos se hayan sumergido en agua que haya sido desnaturalizada.
 6. Registre la medición de pH que se haya estabilizado en este momento.
 7. Anote la explicación de los resultados a los que se llegó.
- Especialmente ácido, con un pH de 5,0 o inferior
 - 6,6 a 7,3 es el rango de pH que corresponde a la neutralidad.
 - El pH de 5,1 a 6,5 se considera ácido a moderadamente ácido, mientras que el pH de 7,4 a 8,5 se considera bastante alcalino. Un indicador de alta alcalinidad es un pH superior a 8,5.5.



3.7.2 Procedimiento metodológico para el segundo objetivo específico: Estimar la cantidad de concentraciones de fertilizantes (humus, compost y estiércol) son los adecuados para el crecimiento de *Dactylis glomerata* y *Festuca Arundinacea*.

Preparación de especímenes

En el proceso de tratamiento del espécimen de relaves mineros que se recolectó de la Unidad Minera Cuchilla, la aplicación de fertilizantes fue uno de los pasos que tuvieron lugar:

- Humus
- Compost
- Estiércol

Es factible retirar a las personas de los campamentos mineros sembrando las semillas de *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*. Esta práctica tiene el potencial de ser exitosa. Debido a esta mejora, se simplificará el uso de lodos desecados, que contienen metales que se acumulan como consecuencia del contacto directo con el medio ambiente. Este desarrollo permitirá el uso de lodos desecados. Se utilizarán un total de siete macetas con el propósito de cultivar las semillas de *Dactylis glomerata*, mientras que se utilizarán siete macetas más pequeñas para el cultivo de las semillas de *Festuca arundinacea*.

Los pasos involucrados en la evaluación de la concentración de lodos secos y fertilizantes, incluidos, entre otros, estiércol, compost y humus, así como otras posibles fuentes de nutrientes.

- En resumen
 - 3.00 kg expresa el 100% de espécimen.
 - 2.40 kg expresa el 80% de espécimen.
 - 1.95 kg expresa el 65% de espécimen.
 - 1.05 kg expresa el 35% de espécimen.

- 0.60 kg expresa el 20% de espécimen.

La prueba experimental para *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* se llevará a cabo de acuerdo con el enfoque que se describe en los siguientes párrafos.

Tabla 2.

Experimento para Dactylis glomerata

Experimento 01: Dactylis glomerata				
Ítem	Estiércol	Compost	Humus	Lodo
D1	20%	-	-	80%
D2	-	20%	-	80%
D3	-	-	20%	80%
D4	35%	-	-	65%
D5	-	35%	-	65%
D6	-	-	35%	65%
D7	-	-	-	100%

Tabla 3.

Experimento para Festuca arundinacea

Experimento 02: Festuca arundinacea				
Ítem	Estiércol	Compost	Humus	Lodo
F1	20%	-	-	80%
F2	-	20%	-	80%
F3	-	-	20%	80%
F4	35%	-	-	65%
F5	-	35%	-	65%
F6	-	-	35%	65%
F7	-	-	-	100%



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 *Evaluar las cualidades químico-físicas de los relaves mineros generados en la Unidad Minera Cuchilla.*

4.1.1.1 **Obtención del valor de pH del espécimen.**

Se utilizó un recipiente de precipitado con una capacidad de cincuenta mililitros para crear una mezcla de cal seca y agua destilada. Esta mezcla se creó con la ayuda de un medidor de pH portátil que se construyó en el laboratorio de calidad ambiental. El valor de pH de la muestra se determinó en 1.31 después de finalizada la prueba y de los resultados finales. Los datos permiten concluir que los lodos deshidratados que se generan a partir de los relaves mineros en la Unidad Minera Cuchilla son muy ácidos. Esta conclusión se puede llegar debido a los hechos. Como consecuencia de esto, varias especies de plantas no pueden adaptarse rápidamente a las condiciones del suelo que se encuentran allí.

4.1.1.2 Determinación de textura

La Unidad Minera Cuchilla encomendó al Laboratorio Analítico del Sur la obligación de analizar la textura de los lodos deshidratados que se generan a partir de los relaves mineros. Esta evaluación debía llevarse a cabo para completar la tarea asignada. En este informe se incluyen los hallazgos que se obtuvieron de este estudio.

Tabla 4.

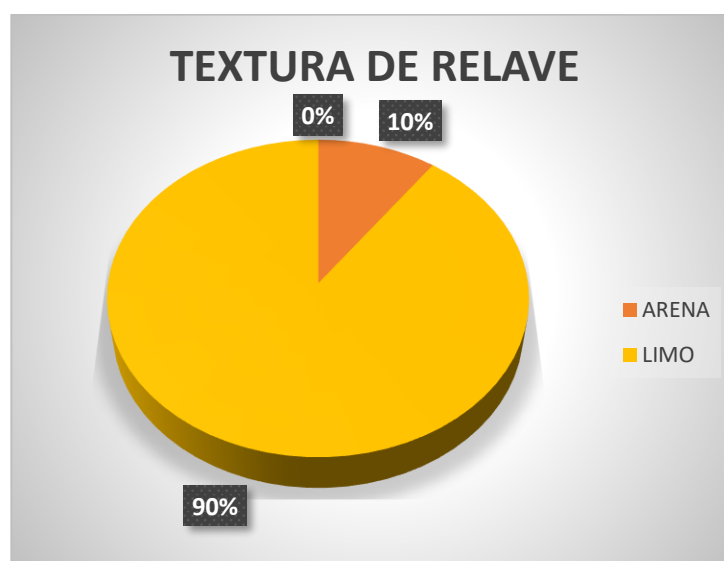
Valores hallados de textura del espécimen

ARENA	LIMO	ARCILLA	TEXTURA
%	%	%	
10	90	0	LIMOSA

Nota: resultados obtenidos en el Laboratorio Analítico del Sur

Figura 2.

Representación de % de textura del espécimen.



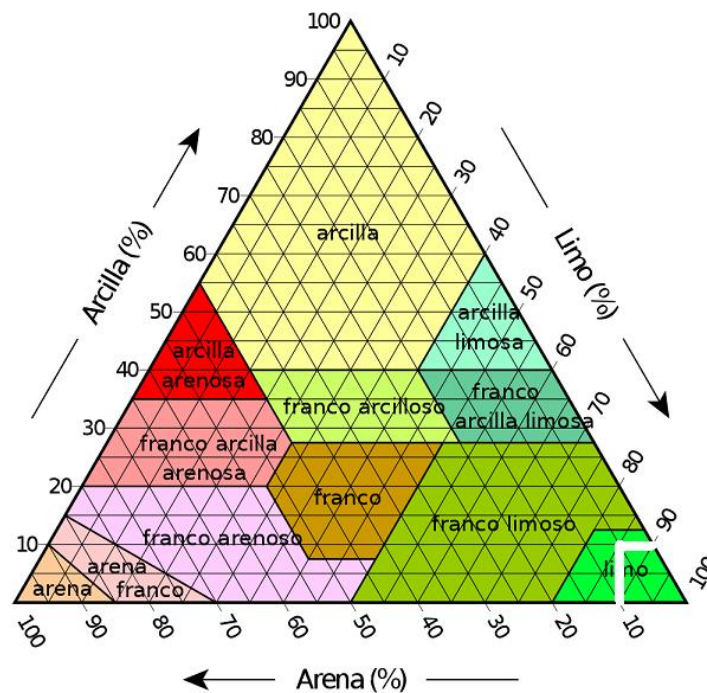
4.1.1.3 Análisis e interpretación

Los datos que revelan que la proporción de limo es mayor que la de arena fueron generados por el Laboratorio de Química Analítica del Sur, como se puede observar en la Tabla cuatro y la segunda ilustración. Esto demuestra que el laboratorio es responsable de la

creación de los datos. El análisis de los valores que se realizó en el laboratorio condujo al descubrimiento de estos hallazgos. Después de hacer un análisis de los datos, se ha demostrado que la capa que se ha secado no incluye ningún caso de arcilla. Debido a que esta era la situación, se usó la triangulación de textura para hallar las características de la superficie. Se demostró más allá de toda duda razonable que el lodo deshidratado que se generó en el Frente Santa Rosa de minería tiene una consistencia comparable a la del limo.

Figura 3.

Triangulo de textura USDA



En el caso de que la mayoría de una superficie esté conformada por moléculas de limo, y la dimensión de cada partícula de limo no exceda los 0,05 metros, entonces se dice que el suelo es limoso. El hecho de que sea tan pequeño y pese tan poco hace que sea fácil de transportar a través de las zonas de corredores, especialmente aquellas que están situadas en las proximidades de las desembocaduras de los ríos.

4.1.1.4 Cálculo de minerales y metales pesados

Se realizaron la comparacion con los Parámetros de calidad ambiental establecidos En el (ECA - 2017)

4.1.1.5 Valores Hallados de laboratorio

En el cuadro se presenta un contraste de los valores que se lograron mediante la incorporación de las Normas de Calidad Ambiental más actuales. Esta comparación muestra los valores que se obtuvieron.

Tabla 5.

Contraste de valores hallados

ESTÁNDARES DE METALES TOTALES	RESULTADOS DE M1		ECA (1)	ECA (2)	ECA (3)
	RESULTADO	UNIDAD			
(Au)	1,734	g/tm	-	-	-
(As)	1104	ppm	50	50	140
(Ag)	30,40	ppm	-	-	-
(Al)	> 10000	ppm	-	-	-
(B)	3945	ppm	-	-	-
(Ba)	252,1	ppm	750	500	2000
(Be)	A < 0,63	ppm	-	-	-
(Bi)	31,4	ppm	-	-	-
(Ca)	2093	ppm	-	-	-
(Cd)	53,735	ppm	1,4	10	22
(Co)	69,10	ppm	-	-	-
(Cr)	182,45	ppm	**	400	1000
(Cu)	197,6	ppm	-	-	-
(Fe)	> 10000	ppm	-	-	-
(Ga)	137,32	ppm	-	-	-
(In)	35,48	ppm	-	-	-
(K)	> 10000	ppm	-	-	-
(Li)	153,3	ppm	-	-	-
(Mg)	5266	ppm	-	-	-
(Mn)	544,3	ppm	-	-	-
(Mo)	2,04	ppm	-	-	-
(Na)	4987	ppm	-	-	-
(Ni)	75,32	ppm	-	-	-
(P)	944,83	ppm	-	-	-
(Pb)	220,75	ppm	70	140	800

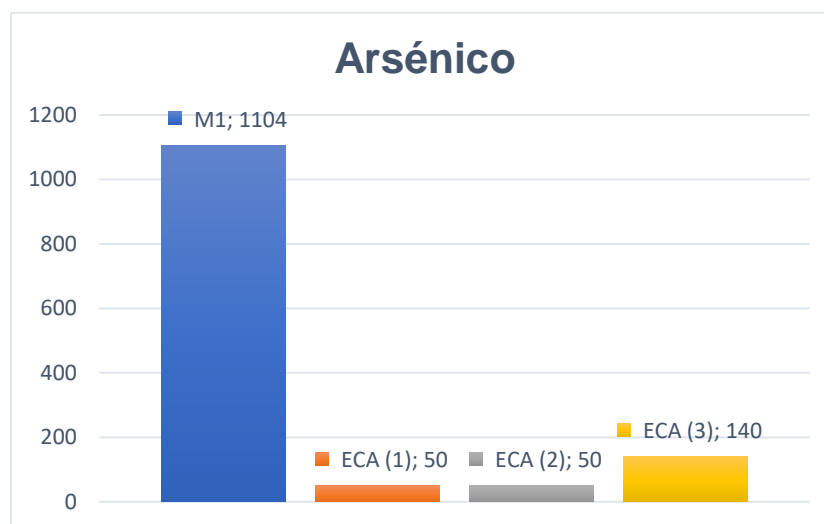
(Sb)	A < ,62	ppm	-	-	-
(Se)	A < ,62	ppm	-	-	-
(Sn)	A < 15	ppm	-	-	-
(Sr)	135,63	ppm	-	-	-
(Te)	A < ,75	ppm	-	-	-
(Ti)	346,93	ppm	-	-	-
(Tl)	A < ,62	ppm	-	-	-
(V)	136,90	ppm	-	-	-
(Zn)	45,43	ppm	-	-	-
(Hg)	1850	ppm	6,6	6,6	24
Cianuro Libre	.05	mg/kg	0,9	0,9	8
Cromo Vi	B < .04	mg/kg	0,4	0,4	1,4

Nota: Resultados obtenidos en el Laboratorio Analítico del Sur

Cada uno de los valores hallados de los experimentos de laboratorio se evaluará luego de compararlos con los estándares del ECA. A continuación, se evaluará cada uno de los resultados.

Figura 4.

Contraste de valores hallados de laboratorio para lodo deshidratado y los estándares de (As) de ECA para una superficie.

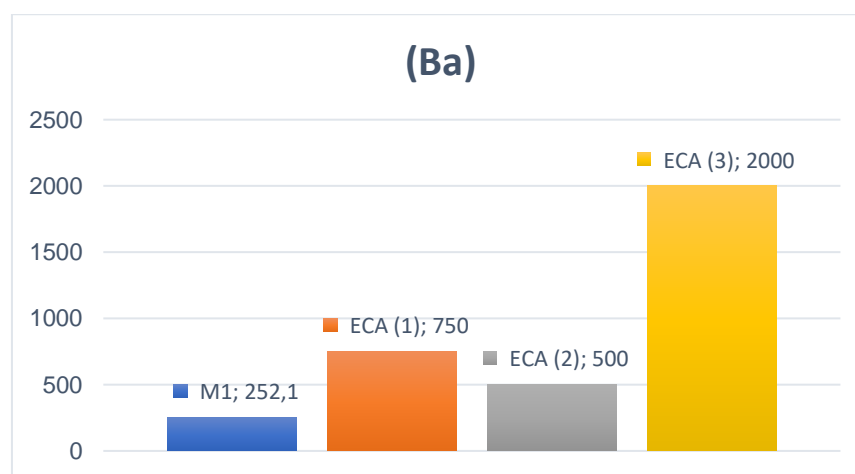


Se determinó que la muestra de lodo seco, que se recibió del Laboratorio Analítico del Sur y se clasificó como M1, tenía una concentración de 1104 partes por millón (mg/kg). Esto estaba en conformidad con los valores hallados del estudio que se muestran en el cuadro seis

y en la cuarta ilustración. Las Normas de Suelos Ambientalmente Seguros estipulan que el parámetro de Suelo Agrícola (ECA1) se establece en un valor de cincuenta miligramos por kilogramo, el parámetro de Suelo Residencial/Parque (ECA2) se establece igualmente en cincuenta miligramos por kilogramo, y el parámetro de Suelo Comercial/Industrial/Extractivo (ECA3) se establece en ciento cuarenta miligramos por kilogramo. La conclusión es que el resultado de M1 es mucho mejor que los resultados de los parámetros ECA 1 y ECA 2. También es importante señalar que el resultado de M1 es aceptable para el parámetro ECA 3. En el caso de los suelos, esto significa que cumplen con los límites de calidad ambiental que se han normado con anterioridad.

Figura 5.

Contraste de valores obtenidos de laboratorio para lodo deshidratado y los estándares de (Ba) de ECA para una superficie.

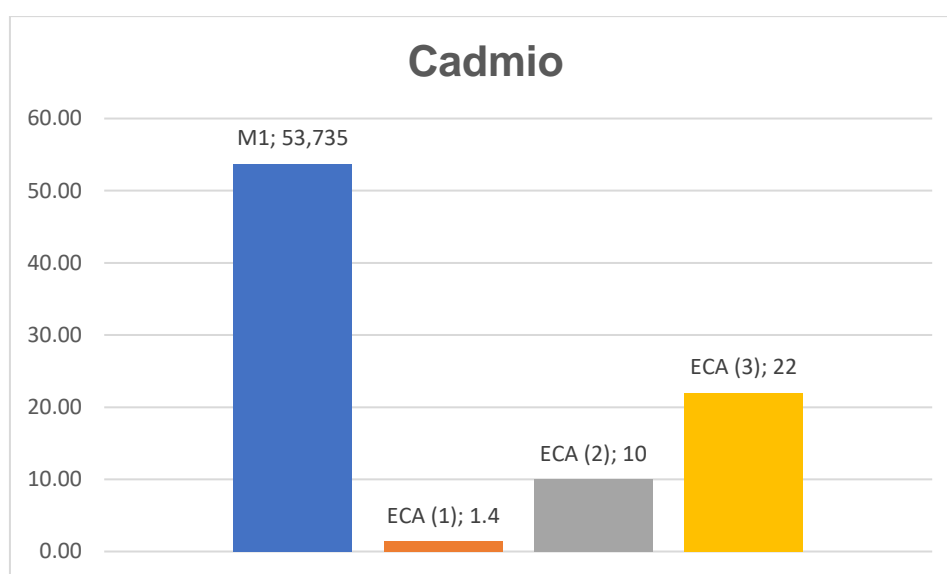


A la luz de la comparación entre el cuadro seis y la quinta ilustración, es fácil discernir que los valores hallados de la demostración del lípido desaturado M1 que se llevó a cabo en el Laboratorio Analítico del Sur son 252,1 (mg/kg). Esta es la conclusión que se puede extraer de la comparación. Seguidamente se presenta un desglose de los criterios ambientales para el suelo: el umbral para el suelo agrícola (ECA 1) se establece en 750 mg/kg, el umbral para la

superficie residencial y de parques (ECA 2) se establece en 500 mg/kg, y el umbral para la superficie comercial, extractivo e industrial (ECA 3) se establece en 2000 mg/kg. En resumen, los valores hallados de M1 concuerdan con los valores que se deben considerar aceptables para los estándares de ECA 1, 2 y 3.

Figura 6.

Contraste de valores obtenidos de laboratorio para lodo deshidratado y los estándares de (Cd) de ECA para una superficie.

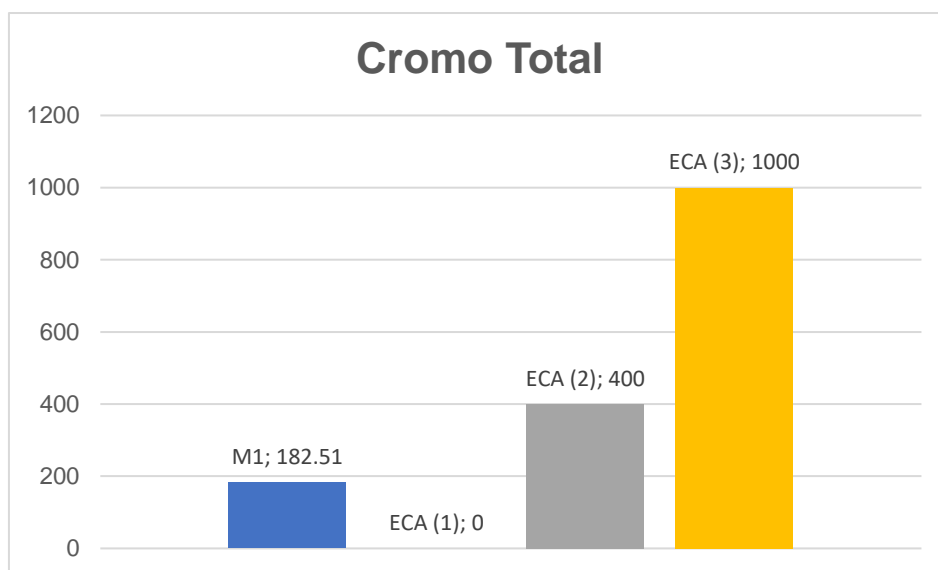


La comparación del cuadro seis y la sexta ilustración deja en evidencia que los valores hallados de la demostración de lodos deshidratados que se llevó a cabo en el Laboratorio Analítico del Sur son 53,735 (mg/kg). Esta es la conclusión que se puede extraer de la comparación de las dos cifras. De acuerdo con los reglamentos de Calidad Ambiental para Superficies, el umbral para Suelo Agrícola (ECA 1) es de 1,4 mg/kg, el umbral para superficie Residencial/Parque (ECA 2) es de 10 mg/kg y el umbral para superficie Extractivo, Comercial e Industrial (ECA 3) es de 22 mg/kg. Estos valores se establecen conforme con las Normas de Estándar Ambiental para Superficies. En resumen, el resultado M1 es mucho más alto que los parámetros tanto para ECA 1 como para ECA 2, y para ECA 3, el resultado M1 es el doble del límite permitido. Esta es la conclusión que se puede extraer de la investigación. De esto

se puede deducir que las lecturas M1 son mayores que el rango permisible que se ha normado por los requisitos de estándar ambiental para el suelo.

Figura 7.

Contraste de valores obtenidos de laboratorio para lodo deshidratado y los estándares de (Cr) de ECA para superficie.

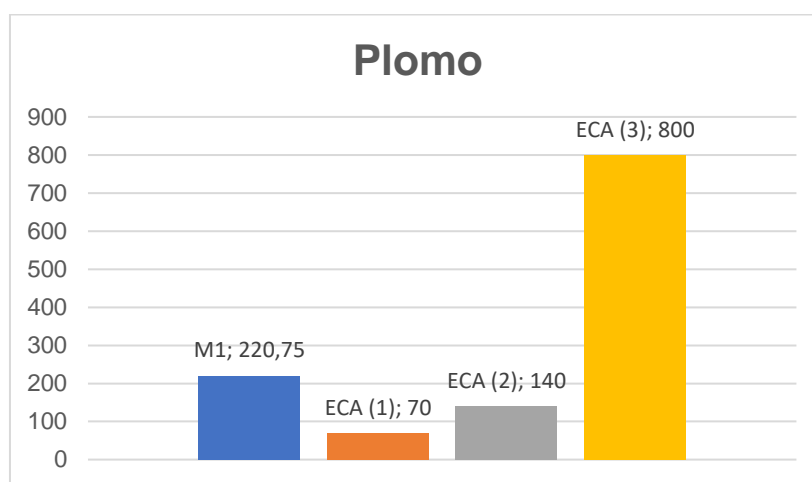


Tras la comprobación del cuadro seis y la séptima ilustración , se ha determinado que los valores hallados de la comprobación de lodos deshidratados que tuvo lugar en el Laboratorio Analítico del Sur, que se designa como M1, son 182,51 partes por millón (mg/kg). Esto se determinó como consecuencia de que se verificaron los resultados de la demostración. En cuanto al parámetro de superficie agrícola (ECA 1), las Normas de Estándar Ambiental de la superficie no contienen un valor que se mencione. Esto se debe a que los valores de ECA no están especificados. La Agencia de Control Ambiental (ECA) ha establecido que el umbral para el suelo residencial y de parques (ECA 2) es de 400 mg/kg, mientras que el umbral para la superficie comercial, extractivo e industrial (ECA 3) es de 1000 mg/kg. Ambos umbrales se analizarán más en los párrafos siguientes. Se ha determinado que los resultados de M1 se encuentran dentro de los criterios estipulados, lo que indica que están de acuerdo con los datos aceptables para este criterio de estándar ambiental relacionado

con el suelo. Esta conclusión se alcanzó después de comparar los hallazgos de M1 con los de ECA 1, 2 y 3. En conclusión, están completamente dentro de los parámetros que se permite utilizar.

Figura 8.

Contraste de valores obtenidos de laboratorio para lodo deshidratado y los estándares de (Pb) de ECA para superficie.

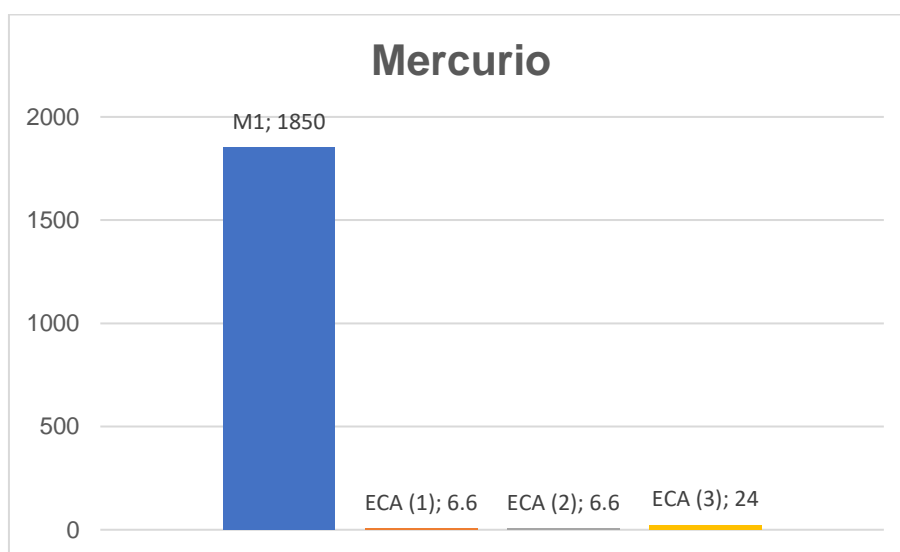


De acuerdo con la comprobación del cuadro seis y la octava ilustración, los valores hallados de la comprobación de lodos deshidratados que tuvo lugar en el Laboratorio Analítico del Sur, que está representado por M1, son 220,75 partes por millón (mg/kg). Esta información se obtuvo de las muestras que se tomaron. Se realizó un análisis del estado ambiental del suelo con la ayuda del Parámetro de Suelo Agrícola (ECA 1), y se examinó el valor que se descubrió que era 70 mg/kg. El estándar de Suelo Residencial/Parque (ECA 2) se determinó en 140 mg/kg, mientras que la norma de Suelo Comercial/Industrial/Extractivo (ECA 3) se estableció en 800 mg/kg. Ambos parámetros se consideraron de igual importancia. Estos dos factores son los que conforman el ECA respectivamente. En conclusión, los resultados de M1 resultan significativamente superiores a los de ECA 1 y ECA 2, sin embargo, los resultados de M1 resultan peores para el parámetro de ECA 3. Como

consecuencia de esto, se puede deducir que los resultados de M1 están por encima de los límites permitidos para algunos parámetros de estándar ambiental conectados con la superficie.

Figura 9.

Contraste de valores obtenidos de laboratorio para lodo deshidratado y los estándares de (Hg) de ECA para superficie.

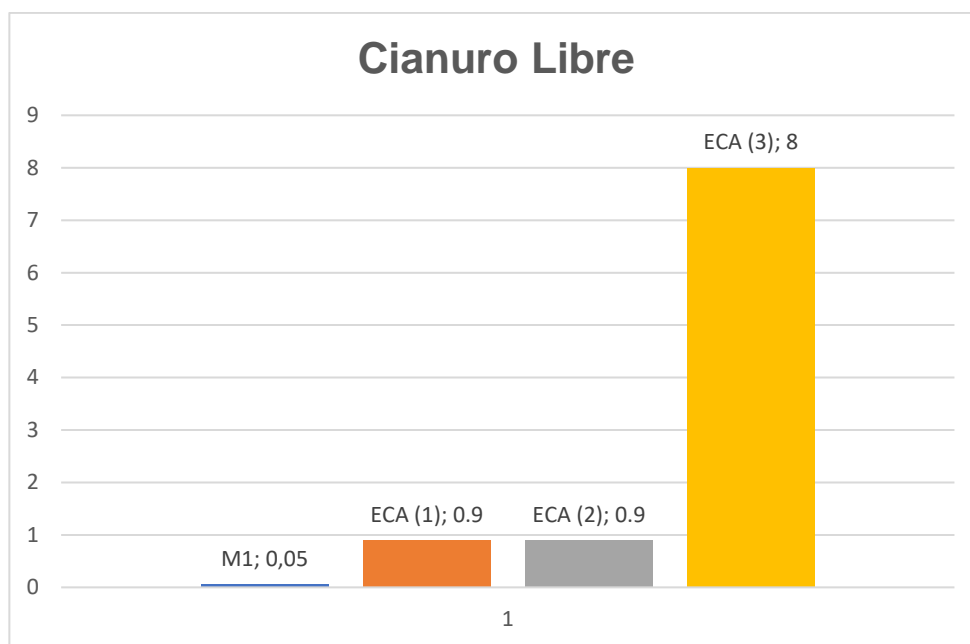


A través de la comprobación del cuadro seis y la novena ilustración, se ha establecido que los valores hallados del espécimen de lodo deshidratado, que se denota como M1 y se llevó a cabo en el Laboratorio Analítico del Sur, son 1850 partes por millón (mg/kg). Esta revelación fue posible gracias al hecho de que los hallazgos fueron verificados. De acuerdo con los requisitos ambientales para el suelo, el criterio para el suelo agrícola (ECA 1) es 6,66 mg/kg, el criterio para la superficie residencial/de parques (ECA 2) es igualmente 6,66 mg/kg, y el criterio para el suelo comercial, extractivo e industrial (ECA 3) es 24 mg/kg. Todos estos criterios se analizarán más en los párrafos siguientes. Se ha calculado que los resultados de M1 superan ampliamente los estándares que se establecieron en ECA 1, 2 y 3. De esto se

puede deducir que los valores obtenidos por M1 superan los límites permisibles para los criterios que se enumeran en las Normas de Calidad Ambiental para Superficies.

Figura 10.

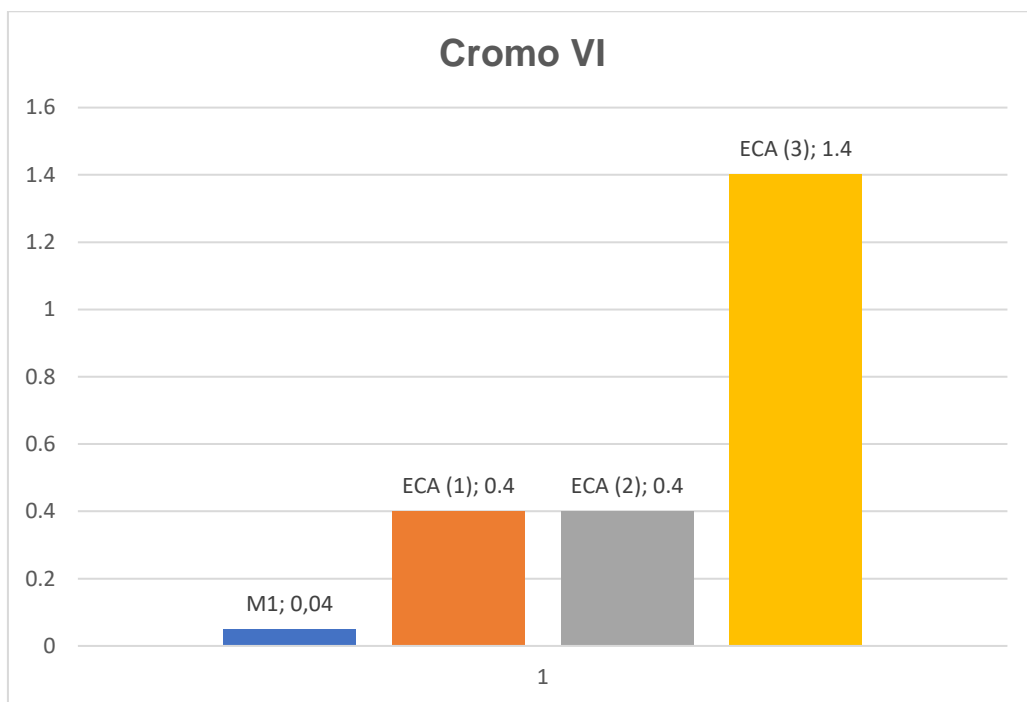
Contraste de valores obtenidos de laboratorio para lodo deshidratado y los estándares de Cianuro Libre de ECA para superficie.



Se determinó que estaba presente un valor de 0,05 partes por millón (mg/kg) en el espécimen de lodo deshidratado M1 que se analizó en el Laboratorio Analítico del Sur. Estos datos se observa en el cuadro seis y la décima ilustración, de manera respectiva, e ilustran las conclusiones de la investigación. De acuerdo con las Normas de Calidad Ambiental para Superficies, el Estándar de Superficie Agrícola (ECA 1) se ha establecido en 0,9 mg/kg. Este valor se eligió para asegurar el acatamiento de los reglamentos. Además, el parámetro para Suelo Residencial/Parque (ECA 2) también se define en 0,9 mg/kg, mientras que el valor para Suelo Comercial/Industrial/Extractivo (ECA 3) se establece en 8 mg/kg. Ambos parámetros se analizan más adelante. Tras comparar los valores hallados de M1 con los estándares de ECA 1, 2 y 3, es posible concluir que las Normas de Calidad Ambiental para superficies permiten un rango de datos que se hallan en los estándares aceptables.

Figura 11.

Contraste de valores obtenidos de laboratorio para lodo deshidratado y los estándares de Cromo VI de ECA para superficie.



De acuerdo con la comprobación del cuadro seis y la onceava ilustración, los resultados de la comprobación de lodos deshidratados que tuvo lugar en el Laboratorio Analítico del Sur, que se designa como M1, se determinaron en 0,04 partes por millón (mg/kg). Esto se corroboró por el hecho de que se encontró que los resultados eran idénticos. El parámetro de suelo agrícola (ECA 1) se ha establecido en 0,4 mg/kg de conformidad con los Reglamentos de calidad ambiental para suelos. De manera similar al ejemplo anterior, el parámetro para el suelo residencial/de parques (ECA 2) se establece de manera similar en 0,4 mg/kg. Sin embargo, el valor para el suelo comercial/industrial/extractivo (ECA 3) se establece en 1,4 mg/kg. Esto contrasta con el criterio anterior. Teniendo en cuenta que el resultado de M1 se comparó con los estándares de ECA 1, 2 y 3, es posible concluir que el resultado se encuentra dentro del rango aceptable para los Estándares de Calidad Ambiental para suelos.

4.1.2 Estimar el número de concentraciones de fertilizantes (humus, compost y estiércol) son los correctos para el desarrollo de *Dactylis glomerata* y *Festuca Arundinacea*.

Supervisión de desarrollo de *Dactylis glomerata* y *Festuca Arundinacea*.

El lodo seco se filtró primero con tres tipos distintos de fertilizante antes de comenzar el procedimiento de monitoreo del desarrollo de las semillas de *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Esto se hizo antes de que se monitorearan las semillas. Hacia el final de esta publicación, encontrará una discusión que profundiza más en los resultados que produjo esta técnica.

Tabla 6.

Monitoreo de crecimiento.

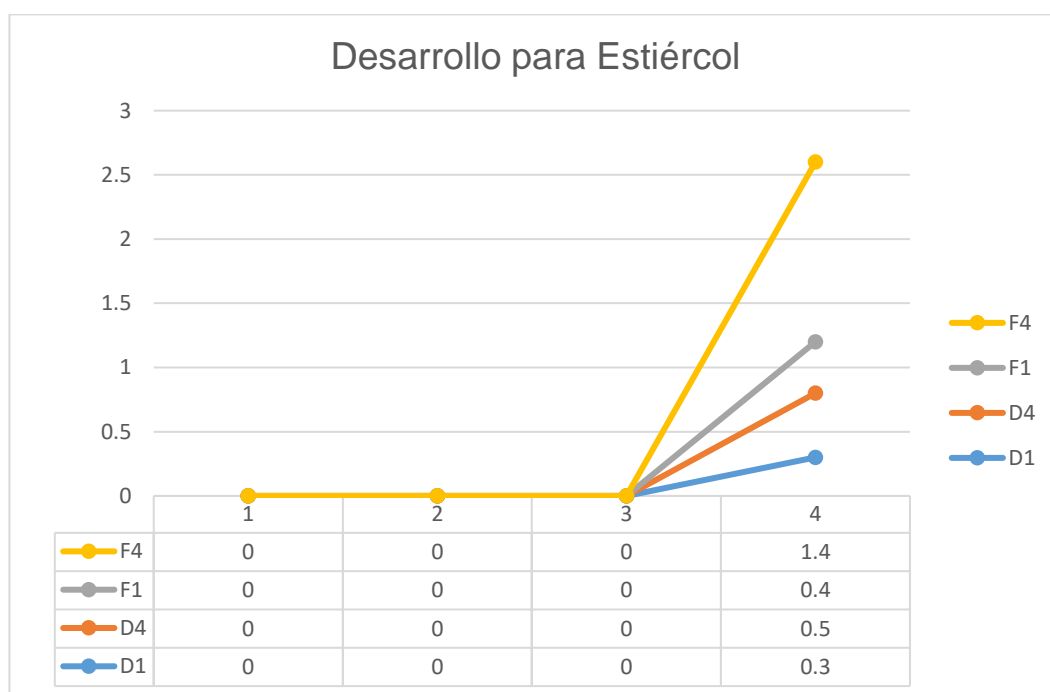
SEMILLA	CODIGO	1 MONITOREO	2 MONITOREO	3 MONITOREO	4 MONITOREO
Dactylis Glomerata	D1	-	-	0	0.3
	D2	-	-	0.9	0.8
	D3	-	-	0.7	1.7
	D4	-	-	0	0.5
	D5	-	-	1.8	3.6
	D6	-	4.5	7.2	8.2
	D7	-	0	0	0.3
Festuca Arundinacea	F1	-	-	-	0.4
	F2	-	-	-	1
	F3	-	-	.5	2.5
	F4	-	-	-	1.4
	F5	-	1.3	5.4	8.2
	F6	-	6.3	9.1	13.5
	F7	-	-	-	0.4

La Tabla 7 demuestra que *Festuca arundinacea* exhibió el nivel más alto de adaptabilidad cuando se fertilizó con mezcla de humus. A lo largo de su crecimiento en la maceta de código F6, la planta alcanzó una altura de 13,5 cm y mostró una cantidad significativa de brotes. *Dactylis glomerata* también mostró una excelente adaptabilidad con

el uso de fertilizante de humus, como lo demuestra el hecho de que alcanzó una altura de 8,2 cm en la maceta de código D6. Esto se demostró por el hecho de que. Sin embargo, las macetas de código D3 y F3 mostraron un desarrollo moderado ya que las semillas tuvieron dificultades para adaptarse al porcentaje reducido de fertilizante. Esto dio como resultado que las macetas fueran relativamente pequeñas. El período de observación se llevó a cabo a lo largo de sesenta noches ininterrumpidas.

Figura 12.

Desarrollo de Dactylis glomerata y Festuca arundinacea con el fertilizante estiércol (35% y 20%).



Teniendo en cuenta los valores que se ven en la ilustración 12, es evidente que se llevaron a cabo las siguientes acciones con respecto al fertilizante de estiércol:

- En el interior del recipiente que tiene la identificación D1, que es una abreviatura que significa semilla de *Dactylis glomerata*, se encuentran contenidos un total de 0,60 kilos de fertilizante y 2,40 kilogramos de relave minero. Existe evidencia de

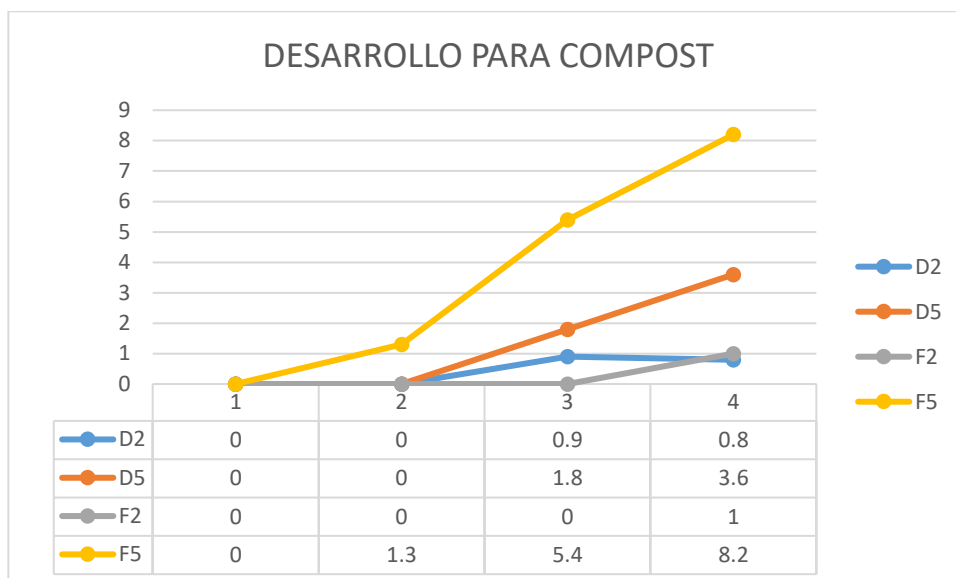


que el fertilizante no es apto para la fitorremediación a esta concentración, como lo demuestra el hecho de que el relave ha crecido en 0,30 cm.

- En el recipiente que tiene la identificación F1 se encuentran almacenados 0,60 kilos de fertilizante y 2,40 kilogramos de relave minero. Uno de los indicios de que el fertilizante no es apto para la fitorremediación a este nivel de concentración es el hecho de que el tamaño del relave ha crecido en 0,40 cm.
- El contenedor con la designación D4 contiene un total de 1,05 kilos de fertilizante y 1,95 kilogramos de relaves mineros, ambos indicativos de la presencia de semillas de *Dactylis glomerata*. Ambos elementos se encuentran dentro del contenedor. A pesar de que el fertilizante se está utilizando en la dosis que se está utilizando actualmente, el hecho de que los relaves hayan crecido 0,50 centímetros es un indicio de que el fertilizante no es adecuado para la fitorremediación.
- El contenedor que está marcado como F4 contiene 1,05 kilos de fertilizante y 1,95 kilogramos de lodos secos. Ambas cantidades se encuentran dentro del contenedor. El hecho de que los lodos hayan crecido 0,30 cm demuestra que el fertilizante no es adecuado para la fitorremediación en esta concentración. A esta conclusión se llegó cuando se descubrió que los lodos habían crecido.

Figura 13.

Desarrollo de *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* con el fertilizante Compost (35% y 20%).



Tenemos un ejemplo de las operaciones que se realizaron para producir el abono compost, el cual se puede observar en la Figura 13:

- Dentro del envase que lleva la etiqueta D2, que es propia de la semilla de *Dactylis glomerata*, hay un total de 0,60 kilos de fertilizante y 2,40 kilogramos de relave minero. Ambos componentes están incluidos. Existe evidencia de que la concentración de fertilizante en el envase no es la adecuada para la fitorremediación del material que se investiga. Esto se demuestra con el hecho de que el relave ha crecido 0,80 centímetros.
- Se cree que el envase que tiene la etiqueta F2 y simboliza la semilla de *Festuca arundinacea* contiene 0,60 kilos de fertilizante y 2,40 kilogramos de relave minero. Ambas cantidades están incluidas dentro del envase. Debido a que los

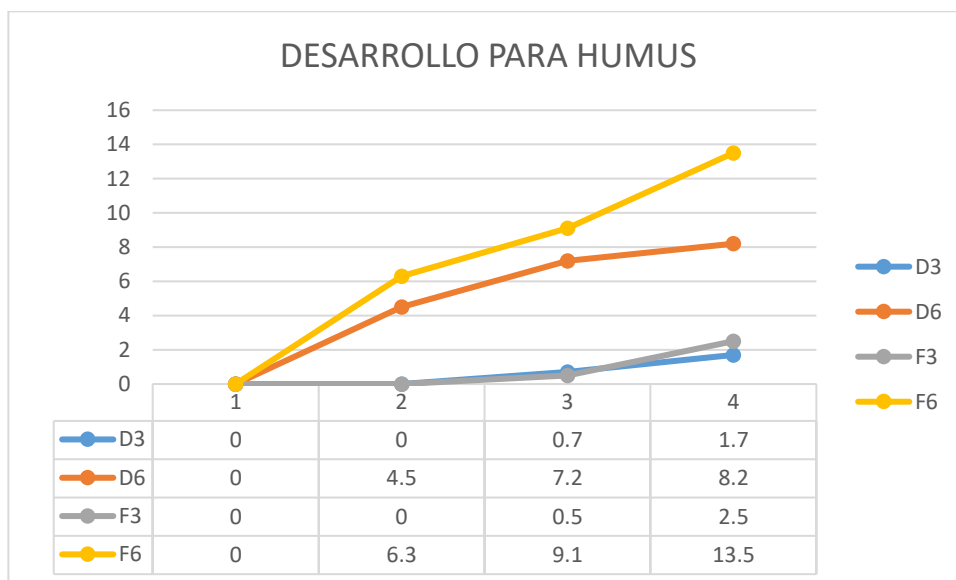


relaves han crecido un centímetro, es posible concluir que la proporción de fertilizante no es la adecuada para la fitorremediación del material objeto del estudio que ahora se está realizando.

- En el interior del contenedor que lleva la etiqueta D5, hay 1,05 kilos de fertilizante y 1,95 kilogramos de lodo seco. Ambas cantidades están contenidas dentro del contenedor. De acuerdo con la semilla de *Dactylis glomerata*, estas cantidades reflejan la semilla real. En vista de que el contenedor ha crecido 3,60 cm, es evidente que la concentración del fertilizante no es la adecuada para la fitorremediación del material objeto de la investigación.
- El contenedor que lleva la etiqueta F5, que es una representación de la semilla de *Festuca arundinacea*, contiene alrededor de 1,05 kilos de fertilizante y 1,95 kilogramos de lodo seco. Ambas cantidades están incluidas dentro del contenedor. Teniendo en cuenta que el lodo ha crecido 8,20 cm, se puede concluir que la proporción de fertilizante no es la adecuada para la fitorremediación del material que se está investigando.

Figura 14.

Desarrollo de Dactylis glomerata y Festuca arundinacea con el fertilizante Humus (35% y 20%).



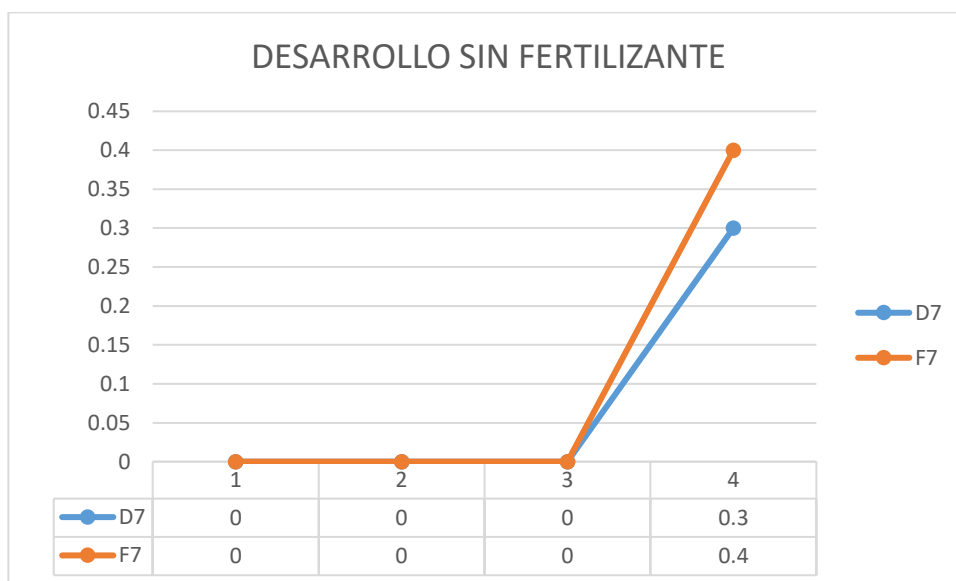
La Figura 14 ilustra las operaciones que tuvieron lugar en relación con el fertilizante de humus utilizado:

- En el interior del contenedor que lleva la etiqueta D3, que es una abreviatura de semillas de *Dactylis glomerata*, se encuentran 0,60 kilos de fertilizante y 2,40 kilogramos de lodo seco. Es posible concluir que la proporción de fertilizante no es adecuada para la fitorremediación del material que se está investigando. Esto se debe a que el nivel de lodo ha aumentado en 1,70 cm.
- El contenedor que lleva la etiqueta F3, que es una representación de la semilla de *Festuca arundinacea*, contiene 0,60 kilos de fertilizante y 2,40 kilogramos de lodo seco. Ambos elementos están incluidos en el interior del contenedor. Como consecuencia de que el lodo ha crecido 2,50 centímetros a lo largo de la investigación, parece que la proporción de fertilizante que se está utilizando para la fitorremediación del material investigado no es la adecuada.

- La etiqueta D6, que es una representación de la semilla de *Dactylis glomerata*, se encuentra dentro del recipiente que contiene 1,05 kilos de fertilizante y 1,95 kilogramos de lodo seco. Ambos elementos están incluidos en el interior del recipiente. Se produjo un aumento de 8,20 cm en el lodo, lo que demuestra que el fertilizante es adecuado para la fitorremediación del medio ambiente. La aparición continua de brotes, que se observó después de treinta días de observación, puede ser una posible explicación de este fenómeno.
- En total, hay 1,05 kilos de fertilizante y 1,95 kilogramos de lodo seco contenidos en el interior del recipiente que tiene el nombre F6, que es una abreviatura de la semilla de *Festuca arundinacea*. La prueba de que el fertilizante está generando los efectos fitorremediadores previstos es que la maceta creció 13,50 cm. Después de treinta días de seguimiento, se descubrió que se había observado una cantidad considerable de brotes. Esta es la razón por la que esto es así.

Figura 15.

Desarrollo de Dactylis glomerata y Festuca arundinacea carente de aporte de fertilizante.

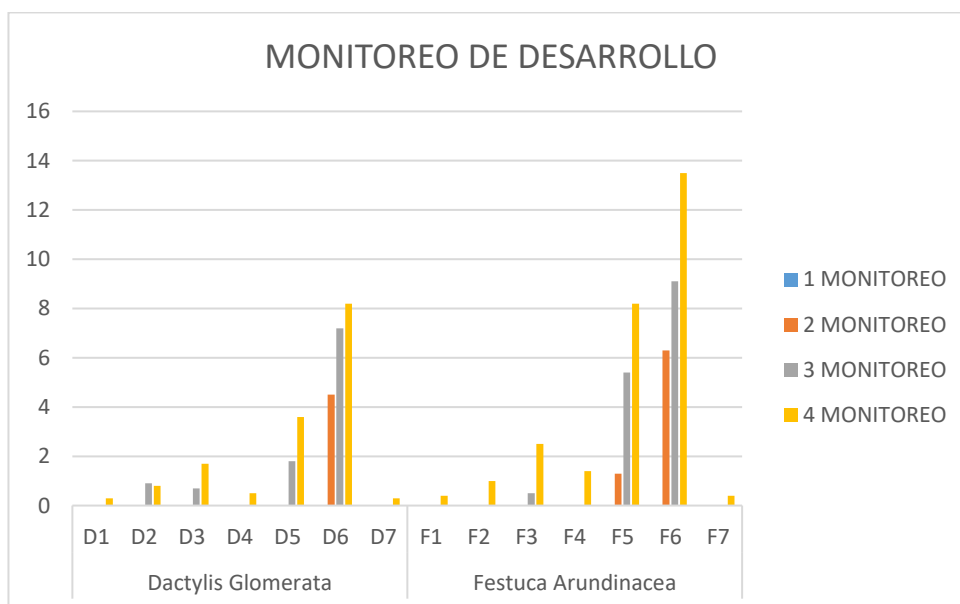


Como resultado de los valores que se observan en la ilustración 15, se realizaron los siguientes procesos para el recipiente que no tenía fertilizante:

- En el interior del recipiente que tiene la etiqueta D7, que es una abreviatura de las semillas de la planta *Dactylis glomerata*, se encuentran 3 kilos de lodo seco. Es evidente que la aplicación de fertilizante es necesaria para hacer más eficiente la fitorremediación, como lo demuestra el hecho de que el lodo ha crecido 0.30 cm.
- Se observó un crecimiento de 0,40 cm en el recipiente que se clasificó como F3, que se utilizó para representar la semilla de *Festuca arundinacea*. Esto se observó. De esto se desprende que la aplicación de fertilizante es necesaria para realizar la fitorremediación, ya que es necesaria. Se ha determinado que hay tres kilos de lodo que se ha secado en la superficie del recipiente.

Figura 16.

Contraste de desarrollo para las 2 variedades de semillas.



De acuerdo a los valores que se visualizan en la ilustración 16, la variedad *Festuca arundinacea* exhibió un mayor grado de adaptabilidad a los relaves mineros que fueron



producidos por la Unidad Minera Cuchilla. Esto se demostró al lograr un crecimiento de 13.5 cm y una brotación significativa en el envase que fue marcado como F6 y fue elaborado con un fertilizante de Humus al 35%. Adicionalmente, el envase con el código F5 que utilizó fertilizante compost a una concentración del 35% demostró un nivel excepcional de adaptación al ambiente de relaves mineros. Por otro lado, la variedad *Dactylis glomerata* demostró una adaptación tardía a los relaves mineros, lo que da evidencia adicional de que el humus a una concentración del 35% es el fertilizante más efectivo.

4.2 Discusión

En el cuadro 4 se muestran los valores hallados de una investigación de laboratorio realizada para evaluar el pH y la textura de los lodos secos obtenidos de la Unidad Minera Cuchilla. Con apoyo en los descubrimientos de este estudio, se determinó que los relaves mineros tienen un pH de 1.31, lo que sugiere que son muy ácidos en su estado natural. Por lo tanto, el desarrollo de las especies estudiadas, a saber, *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*, se vio restringido como consecuencia de esto. Además, para mantener la textura SLIT de los relaves mineros, se requirió regarlos de manera constante. Luego de una investigación sobre metales pesados, se encontró que los relaves examinados incluían concentraciones mucho mayores de arsénico, plomo y mercurio. Esto se determinó después de que se realizaron los estudios. En varias categorías distintas, se encontraron concentraciones mucho más altas que las recomendaciones ambientales para el suelo (ECA suelo D.S. 011-2017-MINAM). Estas categorías comprendían criterios de suelo para uso agrícola (ECA1), aplicación residencial (ECA2) y aplicación en parques (ECA3). De acuerdo con Cruz Torres (2020), la textura de los lodos deshidratados fue franco arcilloso limoso, lo que implica que los tipos tienen un mayor grado de adaptabilidad. Esta información se obtuvo mediante la observación. A esta conclusión llegó como consecuencia de la evaluación que realizó a lo largo de su investigación. El (As), el (Ca) y el (Pb) son ejemplos de metales



pesados que se pueden descubrir en suelos que se encuentran en áreas que exceden los límites ambientales. Es importante señalar que esto pertenece a las tres clasificaciones principales de suelos, que son superficies agrícolas (ECA1), suelos residenciales (ECA2) y suelos extractivos (ECA3).

Durante todo nuestro experimento, observamos el desarrollo de las variedades *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*, con especial énfasis en el crecimiento de estos dos tipos de plantas. Existe una variedad de Unidades Mineras que tienen características equivalentes a las analizadas, y esta variedad específica es ideal para el tratamiento de relaves mineros de esas Unidades Mineras. La ilustración 16 ilustra que la variedad *Festuca arundinacea* mostró una mayor adaptación después de la suma de un 35% de humus a la combinación. Esto se demuestra por el hecho de que la mezcla pudo acomodar el humus.

Cruz Torres (2020) propone que la variedad *Dactylis glomerata* mostró una mayor adaptación al lodo seco que se probó con fertilizante de estiércol al mostrar una adaptabilidad superior. Esto se demostró en la investigación que realizó. Esto resultó en el uso de un fertilizante más eficiente para el propósito de alimentar el lodo seco que se empleó para el cierre de la mina. Las plantas acumuladoras de metales que se ubicaron cerca de *Festuca dolichophylla*, una especie perteneciente a la familia *Festuca arundinacea*, fueron el foco principal del estudio que realizó Trujillo Blanco (2013). Los mecanismos que muestran las plantas que indican fitoestabilización se observan cuando se toma en cuenta el equilibrio ecológico de la rizosfera. Debido a que la concentración de metales en las raíces puede cambiar con el tiempo, es difícil determinar la cantidad exacta de metales que están presentes en las raíces. Esto se debe a que las raíces incluyen una amplia gama de metales.

CONCLUSIONES

Terminado el estudio se concluye que:

- Primera:** Se descubrió que los relaves que se investigaron incluían niveles elevados de mercurio (Hg), Arsénico y Plomo, todos los cuales son mucho más altos que los criterios de estándar ambiental para la superficie. Además, se encontró que el tipo de lodo seco que se generó por la Unidad Minera Cuchilla era franco arenoso, lo que indicaba que los tipos necesitaban riego continuo. Este era un requisito para los tipos. Específicamente, la muestra tenía un pH bastante ácido. Hubo una cantidad significativa de contaminación en los diversos tipos de suelo que se analizaron en la presente muestra regulatoria como consecuencia de los relaves. Esta contaminación tuvo un efecto sobre la flora, los animales y los hábitats acuáticos que se encontraban ubicados en el área de la Unidad Minera Cuchilla. Esto conduce a una adaptación tardía de la variedad, que es una consecuencia de la circunstancia, que se produce como resultado de la escasez de fertilizantes.
- Segunda:** La fertilización de los relaves mineros resultó en una amplia gama de respuestas, que se observaron en los diversos tipos que se seleccionaron para el proyecto de investigación. Durante el experimento de sesenta días, la variedad *Festuca arundinacea* demostró una mayor adaptabilidad cuando se la alimentó con un fertilizante natural de humus que contenía alrededor del 35 por ciento. Esto condujo al desarrollo de un número significativo de brotes, cada uno de los cuales creció hasta una altura de 13,5 cm. La variante de *Dactylis glomerata*, por el contrario, alcanzó una altura de solo 8,20 cm en el recipiente denominado D6 y que también contenía un 35 por ciento de fertilizante de humus. Esto indica que el grado de desarrollo de esta variedad fue menor.



RECOMENDACIONES

De las conclusiones halladas se puede decir:

Primera: Para el tratamiento adecuado, se recomienda realizar una evaluación físico-química de los relaves mineros que se recogen en varios frentes mineros diferentes. La adaptación de las especies vegetales a su entorno resulta más difícil cuando hay presencia de metales pesados debido a la presencia de estos.

Segunda: Se recomienda la fitorremediación para el tratamiento de los relaves mineros porque es fácil de obtener y tiene bajos costos asociados con su aplicación. Otra razón para su recomendación es que es un método eficaz. También se deben realizar investigaciones utilizando una amplia gama de especies que sean capaces de minimizar la proliferación de enfermedades que se producen por la prolongada exposición a metales pesados. Esto es algo que se recomienda. Al tomar esta medida, podremos proteger no solo nuestra ecología, sino también el medio ambiente en su conjunto.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 27314, L. N. (2017). *Ley General de Residuos Sólidos*.
- Abriendo Brecha, Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable*. (2002).
- Awasa. (2019). Deshidratado de Lodos.
- CONABIO. (2016). Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para Especies Exóticas en México.
- Córdova Baldeón, I. (2018). Instrumentos de investigación. Lima: San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván.
- Cruz Torres, P. Z. (2020). Aprovechamiento del lodo deshidratado generado en la unidad minera san juan de dios, para cierre De mina con *Dactyles glomerata* y *Bromus auleucus trinius*, ANANEA.
- Díaz, L. L. (2020). Tratamiento de suelos mineros mediante co-compostaje con bio-char, estiércol de ovino y residuos organicos domiciliarios.
- FAO. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Obtenido de [gttps://fao.org/3/i3388s.pdf](https://fao.org/3/i3388s.pdf).
- Hernández, R. &. (2018). Metodología de la investigación : Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México, México:McGRAWHILLEducation.
- Hernández. R. & Fernandez, C. (2014). Metodología de la Investigación.
- MINAGRI. (2020). Minagri Pottencia Abonamiento de Cultivos con Guano de la Isla en 6 Regiones del País. Obtenido de <https://www.inia.gob.pe/2020-nota-0.7/>.
- Mur, J. P. (2015). Evaluación de la aplicabilidad de especies forestales de la serranía peruana en fitorremediación de relaves mineros. *Revista ECIPerú Volumen, 11(2)*.
- Muro, E. (2017). Humus. Conicet.



- Pérez Tomaylla, R. M. (2021). Revisión Sistemática de la Identificación de Especies Vegetales con Potencial de Remediación (Fitorremediación) de Suelos Contaminados por Metales Pesados.
- Pizarro, R. F.-P. (2016). Especies forestales para la recuperación de suelos contaminados con cobre debido a actividades mineras. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*.
- Rodríguez, D. (13 de diciembre de 2019). Suelo Limoso: Características, Localización y Usos.
- Schreber, J. (2012). Festuca Alta. EcuRed. Obtenido de https://ecured.cu/Festuca_alta.
- Suarez, A. (2019). *Laca 18 meta producción y características*.
- System, E. O. (2021). Fertilidad del Suelo: Como Manttenerla y recuperarla. Eos. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/>.
- Trujillo Blanco, K. M. (2013). Evaluación de la capacidad fitorremediadora de las plantas adaptadas al entorno del relave minero de la planta concentradora santa rosa de Jangas.
- Ttito, A. (2019). Evaluación de las propiedades del suelo por incorporación de nutrientes y materia orgánica proveniente de los residuos sólidos orgánicos agrícolas del mercado metropolitano i etapa Andrés Avelino Cáceres y su efecto en el cultivo del Rphanus Sativus.
- Villedaz, M. (2016). Manejo de suelos acidos de las zonas altas de Honduras: conceptos y metodos. Honduras: Gobierno de la República de Honduras. Obtenido <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf;jsessionid=2C4429157EC85435AF889C662140D4FC?>



ANEXOS



ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
¿Cuál es el proceso para el tratamiento de relaves mineros para el crecimiento de Dactylis glomerata y Festuca Arundinacea proveniente de la Unidad Minera Cuchilla, Sandia?	Determinar la Evaluar el proceso para el tratamiento de relaves mineros para el crecimiento de Dactylis glomerata y Festuca Arundinacea proveniente de la Unidad Minera Cuchilla, Sandia	Con las variedades Dactylis glomerata, Festuca arundinacea y la adición de fertilizantes naturales se tendrá un óptimo tratamiento y aprovechamiento de los relaves mineros provenientes de la Unidad Minera Cuchilla del distrito de Sandia	Variable independiente. Fertilización de los lodos deshidratados del frente Santa Rosa - Ollachea Dimensiones Formulación de abono orgánico	Tipo de investigación El proyecto que se está realizando se considera una investigación experimental Diseño de investigación El diseño de la investigación fue de tipo experimental (Hernández & Fernández, 2010), es decir que en dicha investigación se manipulo la variable independiente con la finalidad de alcanzar un punto óptimo donde refleje una mayor eficiencia en la reducción de la concentración de aluminio, sodio y arsénico de las aguas subterráneas, todo esto en un contexto de experimentación en el laboratorio de calidad ambiental
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	variable dependiente	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las características físicas y químicas de los relaves mineros generados en la Unidad Minera Cuchilla, Sandia? • ¿Cuál será el proceso de 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar las características fisicoquímicas de los relaves mineros en para el tratamiento de relaves mineros generados en la Unidad Minera Cuchilla, Sandia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los valores de las características fisicoquímicos del relave minero producido en la Unidad Minera Cuchilla son bastante elevados. 	Crecimiento de Dactylis Glomerata y Festuca Arundinacea Dimensiones Concentración de estándares Textura	



tratamiento de los relaves mineros generados en la Unidad Minera Cuchilla, Sandía?

• ¿Qué cantidad de fertilizante (humus, compost y estiércol) serán adecuadas para el desarrollo de Dactylis Glomerata y Festuca Arundinacea?

• Determinar el proceso de tratamiento de los relaves mineros generados en la Unidad Minera.

• Estimar la cantidad de fertilizante (humus, compost y estiércol) será el adecuado para el crecimiento de Dactylis glomerata y Festuca arundinacea

• La cantidad de fertilizante suministrado (humus, compost y guano de isla) entre 34% y 42% con suelo deshidratado es adecuada para el crecimiento de Dactylis glomerata y Festuca arundinacea

Eficacia del crecimiento de Dactylis Glomerata y Festuca Arundinacea

Dimensión
Dosis óptima cloruro férrico

Indicadores
Mg/L

Nivel de investigación

El nivel de investigación es el correlacional, donde se buscó relacionar las variables de estudio tras los tratamientos o experimentaciones planteadas.

Técnicas

- Análisis de la colección de la biblioteca
- Examen de los efectos fisicoquímicos de la sustancia

Instrumentos

- pH metro
- Balanza eléctrica
- Herramientas de jardinería
- Agregados (Humus, Compost, Estiercol)

ANEXO 2

ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELO

14 **NORMAS LEGALES** Sábado 2 de diciembre de 2017 / El Peruano

ANEXO
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO

Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾	Usos del Suelo ⁽¹⁾			Métodos de ensayo ^{(7),(8)}
	Suelo Agrícola ⁽¹⁾	Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ⁽⁵⁾ / Industrial/ Extractivo ⁽⁶⁾	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁸⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,062	0,062	0,062	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽⁹⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ⁽¹⁰⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ⁽¹⁰⁾ (>C10-C26)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽¹⁰⁾ (>C26-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽¹¹⁾	0,5	1,3	33	EPA 8062 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽¹²⁾	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ⁽¹³⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.6
Plomo	70	140	600	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	6	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4300 CN F ó ASTM D7237 y/o ISO 17690:2015

Notas:

[**] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

(1) **Suelo:** Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

(2) **PS:** Peso seco.

(3) **Suelo agrícola:** Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

(4) **Suelo residencial/parques:** Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

(5) **Suelo comercial:** Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

(6) **Suelo industrial/extractivo:** Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

(7) Métodos de ensayo estandarizados vigentes o métodos validados y que cuenten con la acreditación nacional e internacional correspondiente, en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Los métodos de ensayo deben contar con límites de cuantificación que estén por debajo del ECA.



ANEXO 3

RESULTADOS DE LABORATORIO



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado – Arequipa – Perú
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

+51 (054) 443294
+51 (054) 444582
+51 958 961 254
+51 958 961 253

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-22-03204

Fecha de emisión: 05/07/2024

Página 1 de 1
Clave generada : DE7153DD

Señores:
Dirección: AREQUIPA
Atención:
Recepción: 01/07/2024
Realización: 01/07/2024
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra.

Métodos ensayados

- *551 Método de ensayo a fuego para oro por reconocimiento absorción atómica
- *563 Método de ensayo para Arsénico por ICP-OES
- *598 Método de ensayo multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida
- *628 Método de ensayo para Mercurio por ICP-OES

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598											
				Au g/TM	As ppm	Ag ppm	Al ppm	S ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca ppm	Cd ppm	Co ppm	
MN22006577	m-1	No proporcionado por el cliente	Mineral	1,734	1 104	30,40	>10000	3945	252,1	a<0,63	31,4	2093	53,735	69,10	

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598									
				Cr ppm	Cu ppm	Fe ppm	Ga ppm	In ppm	K ppm	Li ppm	Mg ppm	Mn ppm	Mo ppm
MN22006577	m-1	No proporcionado por el cliente	Mineral	182,45	197,6	>10000	137,32	35,48	>10000	153,3	5266	544,3	2,04

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*598									
				Na ppm	Ni ppm	P ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm	Sr ppm	Te ppm	Ti ppm
MN22006577	m-1	No proporcionado por el cliente	Mineral	4957	75,32	944,83	220,75	a<0,02	a<0,02	a<15	135,63	a<0,75	346,93

Código Interno L.A.S	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*628			
				Tl ppm	V ppm	Zn ppm	Hg ppm
MN22006577	m-1	No proporcionado por el cliente	Mineral	a<0,02	136,90	45,43	1050

Fin del informe

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

*"Valor numérico"="Límite de detección del método,""Valor Numérico"="Límite de cuantificación del método

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. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) - Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>, Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado – Arequipa – Perú
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

+51 (054) 443294
+51 (054) 444582
+51 958 961 254
+51 958 961 253

Clave generada : A977CC1C

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-22-08923

Fecha de emisión: 04/07/2024

Página 1 de 1

Señores:
Dirección: AREQUIPA
Atención:
Recepción: 01/07/2024
Realización: 01/07/2024
Observación: El Laboratorio no realiza la toma de muestra.

Métodos ensayados

*2069 Método de ensayo para Cromo VI en minerales extracción con agua - fotometría.
*677 Método de ensayo para Cianuro libre (soluble) volumetría

Código Interno L.A.S.	(c) Nombre de Muestra	(c) Procedencia de Muestra	(c) Descripción de Muestra	*2069	*677
				Cr VI mg/Kg	CN Libre mg/Kg
MN22018813	M1	Unidad Minera Cuchilla	Mineral Grst	0.04	0.05

Fin del Informe

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

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. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) - Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información. Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.

VERIFICAR EL ESTADO DE LA MUESTRA



Laboratorios Analíticos del Sur
Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado – Arequipa – Perú
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

+51 (054) 443294
+51 (054) 444582
+51 958 961 254
+51 958 961 253

INFORME DE ENSAYO LAS01-MN-22-03267

Fecha de emisión: 11/07/2024

Pág.: 1/1

Señores: LUCERO PAMELA ARAGON ROCELLO
Dirección: Arequipa
Atención: LUCERO PAMELA ARAGON ROCELLO
Recepción: 01/07/2024
Realización: 01/07/2024
Observación: Laboratorio No realiza la toma de muestra.

Método de ensayo aplicado
*7075 Determinación de textura tamizado en suelos

Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	*7075			TEXTURA
				Arena %	Limo %	Arcilla %	
MN22006577	m-1	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente.	10	90	0	LIMOSA


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

[*] Los métodos indicados no han sido acreditados por el INICAL/DA.

™-Valor numérico=Limite de detección del método. ™-Valor Numérico=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una verificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier errata o omisión en el original de presente documento le anula.

Web: <http://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa Perú (054)443294 - (054)444582

ANEXO 4

PANEL FOTOGRÁFICO

FASE I: TOMA DE MUESTRA Y RECONOCIMIENTO DE LA ZONA



Fotografía N° 01: Almacenamiento de lodo hidratado con presencia de metales pesados, posterior a la molienda.



Fotografía N° 02: Almacenamiento de Lodo Deshidratado a la intemperie sin ningún tipo de tratamiento o señalización.



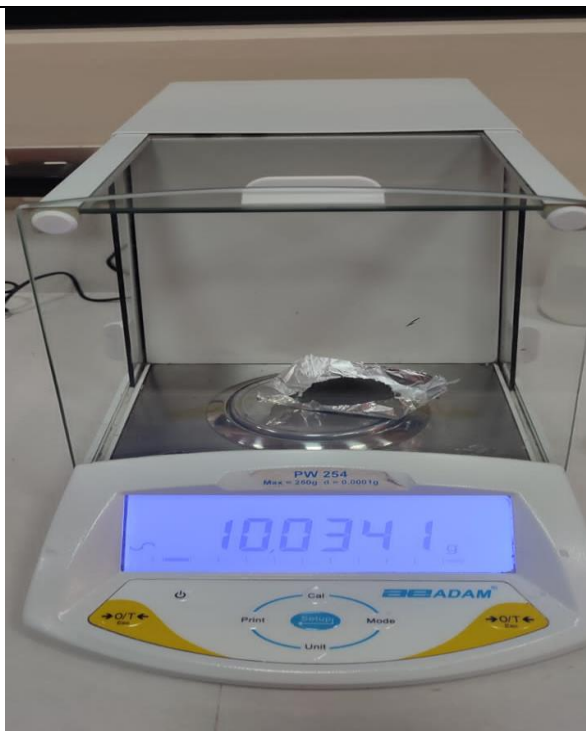
Fotografía N° 03: Recolección de muestras para la realización de la investigación.



**FASE II: LECTURA DE PH DE LA MUESTRA Y DETERMINACIÓN DE
METALES PESADOS Y TEXTURA DE LODO**



Fotografía N° 04: Preparación de mezcla para la Determinación de pH.



Fotografía N° 05: Preparación de mezcla para la Determinación de pH.



Fotografía N° 06: Lectura de pH del lodo deshidratado.

FASE III: PREPARACIÓN DE MUESTRA, FERTILIZANTES Y MACETEROS



Fotografía N° 07: En la imagen podemos observar el lodo deshidratado, fertilizantes y maceteros para el inicio de la investigación.



Fotografía N° 8: Pesado de fertilizantes naturales.



Fotografía N° 09: Pesado de muestras de lodo deshidratado.



Fotografía N° 10: Pesado de fertilizantes naturales.



Fotografía N° 11: Tamizado de lodo deshidratado y fertilizante Humus al 35%.



Fotografía N° 12: Tamizado de lodo deshidratado y fertilizante Compost al 35%.



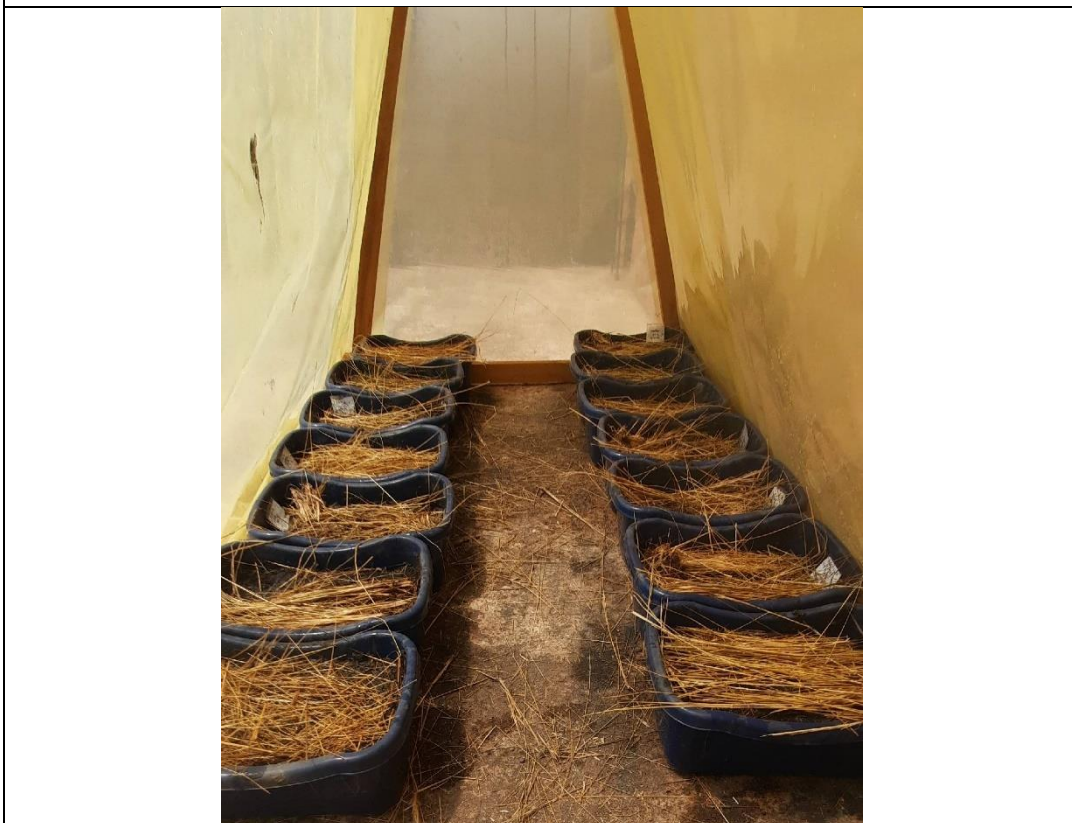
Fotografía N° 13: Tamizado de lodo deshidratado y fertilizante Guano de Isla al 35%.



Fotografía N° 14: Sembrado de variedad *Festuca arundinacea*



Fotografía N° 15: Sembrado total en las 02 variedades.



Fotografía N° 16: Sembrado total en las 02 variedades.

FASE IV: MONITOREO DEL CRECIMIENTO DE LAS 02 VARIEDADES

PRIMER MONITOREO



Fotografía N° 17: Se evidencia que hasta la fecha del primer monitoreo aún no hay brotes.



Fotografía N° 18: Se evidencia que hasta la fecha del primer monitoreo aún no hay brotes.



Fotografía N° 19: Se evidencia que hasta la fecha del primer monitoreo aún no hay brotes.

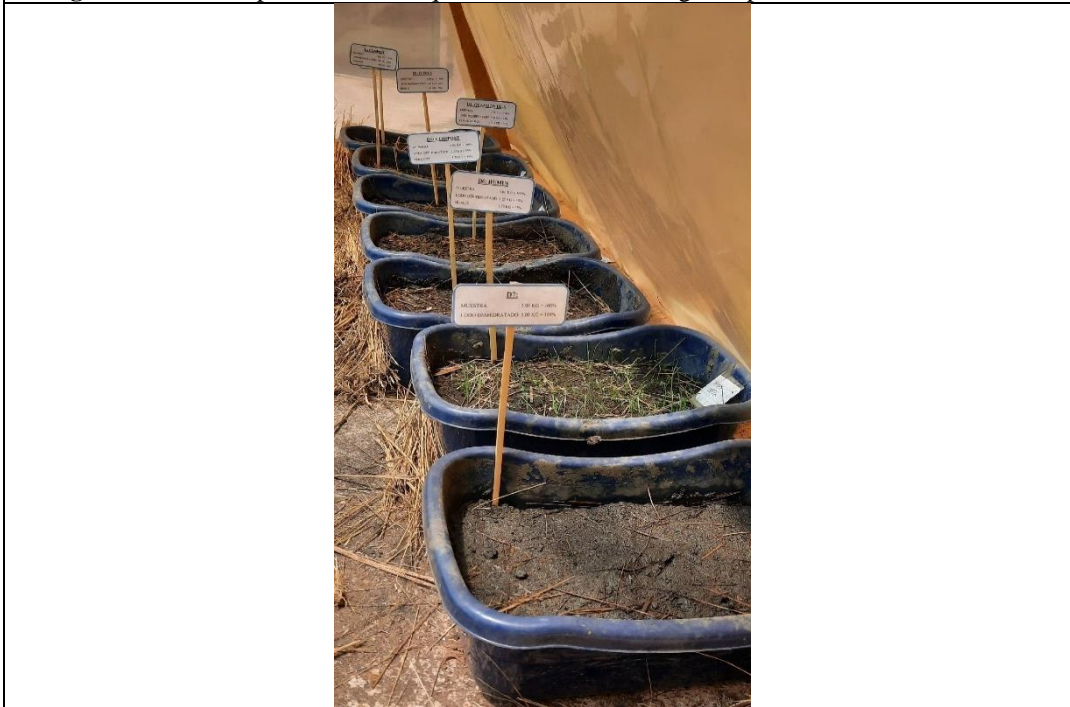


Fotografía N° 20: Se evidencia que hasta la fecha del primer monitoreo aún no hay brotes.

SEGUNDO MONITOREO



Fotografía N° 21: Se puede observar que el macetero de código F6 presenta brotes.



Fotografía N° 22: Se puede observar que el macetero de código D6 presenta pequeños brotes



Fotografía N° 25: Se puede observar que el macetero de código F6 presenta brotes abundantes.



Fotografía N° 26: Se puede observar que el macetero de código D6 presenta pequeños brotes

TERCER MONITOREO



Fotografía N° 27: Se evidencia que el fertilizante guano de isla no es óptimo para la fertilización de lodo deshidratado minero.



Fotografía N° 28: Se evidencia que el fertilizante Compost en menor proporción presenta menor brote de las variedades.



Fotografía N° 29: Se evidencia que el fertilizante humus en menor proporción presenta menor brote de las variedades.



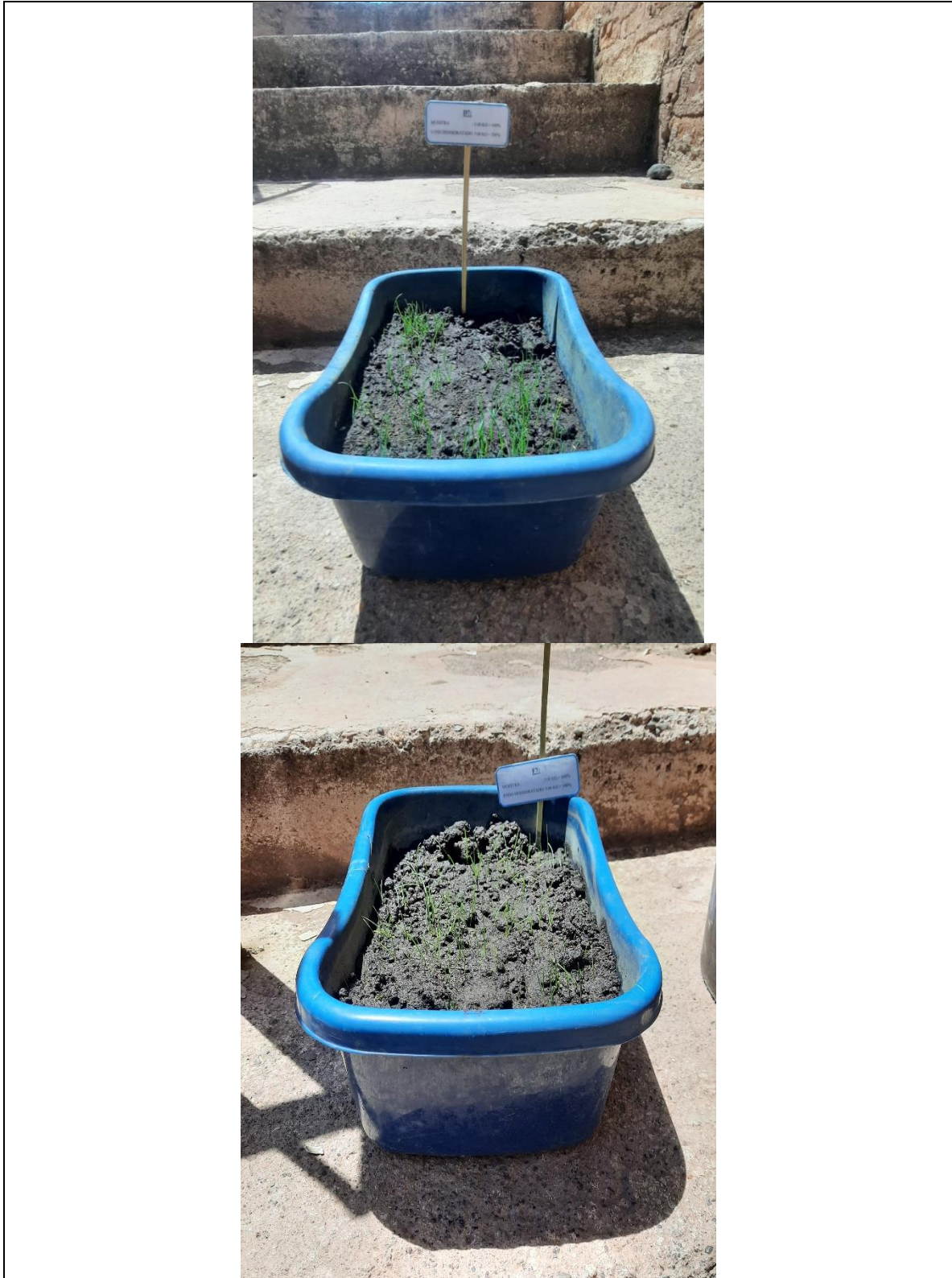
Fotografía N° 30: Se evidencia que el fertilizante guano de isla no es óptimo para realizar fitorremediación y que presenta menor brote de las variedades.



Fotografía N° 30: Se evidencia que el fertilizante Compost tuvo menor crecimiento, en las dos variedades en estudio.



Fotografía N° 30: Se evidencia que el fertilizante humus al 35% es apto y recomendable para la realizar la fitorremediación de lodos deshidratados provenientes de los diferentes frentes mineros



Fotografía N° 31: Se evidencia que las variedades en estudio sin la adición de fertilizantes no se adaptan al lodo deshidratado con mayor facilidad.



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 06-01-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: RENZO GUTIERREZ PARIAPAZA

Dirección: Av. 3. DE OCTUBRE Mz. Q. LT2.

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71540846

Teléfono: 987694927 email: renzogutierrez@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [] Trabajo Académico []

Título: TRATAMIENTO DE RELAVE MINERO PROVENIENTE DE LA UNIDAD MINERA CUCHILLA DE LA PROVINCIA DE SANDIA PARA EL CRECIMIENTO DE DACTYLIS FLOMERATA Y FESTUCA ARUNDINACEA

Palabras claves, (3 a 5 términos): estercol, compost, humus, Dactylis. glomerata, festuca

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

06 / 01 / 2025

Fecha