

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“Evaluación de la Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*)
en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de
Panao – Pachitea 2025”**

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

AUTOR: Ponce Tolentino, Maribel

ASESOR: Cajahuanca Torres, Raúl

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geología

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero(a) ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72089010

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22511841

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-5671-1907

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
2	Romero Estacio, Jorge Antonio	Maestro en gestión pública para el desarrollo social	22520481	0009-0000-2063-4076
3	Campos Gonzales, Mildred Margarita	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	72257793	0009-0008-0885-4883

H



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 18:00 horas del día 13 del mes de mayo del año 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Dr. Milton Edwin Morales Aquino (Presidente)
- Mg. Jorge Antonio Romero Estacio (Secretario)
- Mg. Mildred Margarita Campos Gonzales (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 0769-2026-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "Evaluación de la Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao - Pachitea 2025", presentado por el (la) Bach. PONCE TOLENTINO, MARIBEL para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) aprobado Por unanimidad con el calificativo cuantitativo de 1.2... y cualitativo de suficiente... (Art. 47)

Siendo las 19:00 horas del día 13... del mes de mayo... del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Dr. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Presidente

Mg. Jorge Antonio Romero Estacio
DNI: 22520481
ORCID: 0009-0000-2063-4076
Secretario

Mg. Mildred Margarita Campos Gonzales
DNI: 72257793
ORCID: 0009-0008-0885-4883
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: MARIBEL PONCE TOLENTINO, de la investigación titulada "Evaluación de la Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao - Pachitea 2025", con asesor(a) RAÚL CAJAHUANCA TORRES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2964-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 22 de abril de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

94. MARIBEL PONCE TOLENTINO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17 %	16 %	6 %	5 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	ruidera.uclm.es Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	1 %



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A Dios, ya que gracias a él he podido culminar esta etapa de mi titulación.

A mis padres Sofia y Julio, porque fueron mi impulso, mi hombro y fuerza que necesitaba cuando sentía que no podía, por creer en mi a pesar de todo y siempre sentirse orgullosos.

A mis hermanos y mis sobrinos porque, a pesar de estar lejos de mí, siempre tenía ayuda y palabras de aliento a seguir, las risas y las lágrimas compartidos en los momentos que pudimos.

A mi abuela Mamerta porque, desde el cielo me guía cada paso que doy para no rendirme y siempre salir delante, por darme las fuerzas para cumplir cada promesa que le hice.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero dar mi sincero agradecimiento a Dios, que es y será fuente de mi fortaleza y guía en este camino largo para poder culminar mi maestría. Su luz siempre ha iluminado mis pasos y me ha dado la sabiduría que necesito para enfrentar cada desafío. Sin su apoyo y amor, este éxito no hubiera sido posible. Estoy eternamente agradecida por todas las bendiciones que me ha dado y por la paz que me ha brindado en momentos de incertidumbre. Con mucha gratitud en mi corazón dedico esta tesis a Él.

A la memoria de mi querida abuela Mamerta, que siempre me dio su apoyo incondicional y confió en mí ciegamente que ocupó un lugar especial en mi corazón. Su sabiduría, amor y apoyo me acompañaron en cada paso de este camino. Aunque no esté físicamente, su alma y espíritu sigue guiándome y motivándome para poder alcanzar mis metas. Agradecida con ella por todas las enseñanzas y momentos que hemos compartido, que siempre la llevaré conmigo. Este logro es dirigido a ella por siempre creyó en mí y confió que llegaría a cumplir todo lo prometido.

A mis padres Sofia y Julio, cuyo amor y apoyo incondicional han sido el pilar de mi vida. Su dedicación, sacrificio y enseñanzas me han inspirado a cumplir todos mis sueños. Gracias por siempre estar a mi lado, dándome las fuerzas y animación en los momentos difíciles y celebrando cada logro cumplido. Este éxito es tan de ustedes como el mío, y estoy eternamente agradecida por todo lo que han hecho por mí.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	X
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION.....	16
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	25
2.2.1. BIORREMEDIACIÓN.....	25
2.2.2. EL PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN.....	28
2.2.3. BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS.....	28
2.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA BIORREMEDIACIÓN.....	29
2.2.5. METALES PESADOS.....	30
2.2.6. GENERALIDADES DEL TARWI (<i>LUPINUS MUTABILIS</i>).....	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	37
2.4. HIPÓTESIS.....	40
2.5. VARIABLES.....	40
2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN.....	40

2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA	40
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
CAPÍTULO III.....	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.1.1. ENFOQUE.....	42
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	42
3.1.3. DISEÑO	43
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	44
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.4. TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN	50
CAPÍTULO IV	51
RESULTADOS	51
CAPITULO V	62
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	62
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características principales de metales pesados	33
Tabla 2 División taxonómica del <i>Lupinus mutabilis</i>	34
Tabla 3 Ubicación y coordenadas del proyecto	44
Tabla 4 Cuadro de técnicas e instrumentos usados en el proyecto	45
Tabla 5 Características físico químico antes y después del tratamiento biorremediador con <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.	51
Tabla 6 Concentración de metales pesados antes y después del tratamiento biorremediador con <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.	53
Tabla 7 Concentración de metales pesados según tiempo en el tratamiento biorremediador con <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.	55
Tabla 8 Concentración de metales pesados según capacidad de <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.	57
Tabla 9 Prueba de normalidad de metales pesados en los suelos contaminados del botadero de Panao.	59
Tabla 10 Efectividad del <i>Lupinus mutabilis</i> como agente biorremediador reduce significativamente la concentración de metales pesados (Pb, Cd y Hg)	60
Tabla 11 Efectividad del <i>Lupinus mutabilis</i> como agente biorremediador reduce significativamente la concentración de características físico químico.	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Lupinus mutabilis.....	33
Figura 2 Ciclo biológico del Lupinus mutabilis.	34
Figura 3 Estructura del Lupinus mutabilis.	36
Figura 4 Ubicación de puntos de las unidades	46
Figura 5 Técnica del cuarteo para recolección de muestras	46
Figura 6 Flujograma del diseño experimental	49
Figura 7 Características físico químico antes y después del tratamiento biorremediador con Lupinus Mutabilis empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.....	52
Figura 8 Concentración de metales pesados antes y después del tratamiento biorremediador con Lupinus Mutabilis empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.....	54
Figura 9 Concentración de metales pesados según tiempo en el tratamiento biorremediador con Lupinus Mutabilis empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.....	56
Figura 10 Concentración de metales pesados según capacidad de Lupinus Mutabilis empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.	58

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la eficacia biorremediadora de *Lupinus mutabilis* para la mitigación de metales pesados (plomo, cadmio y mercurio) en los suelos contaminados del botadero de Panao. **Metodología.** Se aplicó un diseño pre experimental con mediciones antes y después del tratamiento, empleando *Lupinus mutabilis* como agente fitoextractor en condiciones controladas. Se analizaron los niveles de Plomo (Pb), Cadmio (Cd) y Mercurio (Hg), así como los parámetros físico-químicos del suelo (pH, conductividad eléctrica, temperatura y humedad). Los datos fueron procesados en el software SPSS v.25 y la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas. **Resultados.** La prueba de Wilcoxon evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los momentos antes y después del tratamiento para todas las variables analizadas. Las concentraciones promedio de Pb, Cd y Hg disminuyeron notablemente de 146,69 a 20,47 mg/kg, 3,45 a 0,51 mg/kg y 14,56 a 0,077 mg/kg, respectivamente, demostrando una alta capacidad fitoextractora del *Lupinus mutabilis*. Asimismo, se observó un incremento del pH (de 7,12 a 7,50) y una reducción en la conductividad eléctrica (de 800 a 617 $\mu\text{S/cm}$) y en la humedad del suelo (de 59 % a 45,4 %), lo que indica una mejora en las condiciones químicas del suelo tras el tratamiento. En **conclusión**, el *Lupinus mutabilis* demostró ser eficaz en la remoción de metales pesados y en la mejora de las propiedades del suelo, constituyéndose en una alternativa biotecnológica sostenible para la recuperación de suelos contaminados en zonas impactadas por residuos sólidos.

Palabras claves: *Lupinus mutabilis*, biorremediación, metales pesados, fitoextracción, suelo contaminado.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the bioremediation efficacy of *Lupinus mutabilis* for the mitigation of heavy metals (lead, cadmium, and mercury) in contaminated soils of the Panao landfill. **Methodology:** A pre-experimental design was applied with measurements taken before and after treatment, using *Lupinus mutabilis* as a phytoextracting agent under controlled conditions. Levels of lead (Pb), cadmium (Cd), and mercury (Hg) were analyzed, as well as the soil's physicochemical parameters (pH, electrical conductivity, temperature, and humidity). Data were processed using SPSS v.25 software, and the Wilcoxon signed-rank test for related samples was applied. **Results:** The Wilcoxon test showed statistically significant differences ($p < 0.05$) between the pre- and post-treatment time points for all variables analyzed. The average concentrations of Pb, Cd, and Hg decreased significantly from 146.69 to 20.47 mg/kg, 3.45 to 0.51 mg/kg, and 14.56 to 0.077 mg/kg, respectively, demonstrating the high phytoextraction capacity of *Lupinus mutabilis*. Likewise, an increase in pH (from 7.12 to 7.50) and a reduction in electrical conductivity (from 800 to 617 $\mu\text{S}/\text{cm}$) and soil moisture (from 59% to 45.4%) were observed, indicating an improvement in the soil's chemical conditions after treatment. **In conclusion**, *Lupinus mutabilis* proved effective in removing heavy metals and improving soil properties, making it a sustainable biotechnological alternative for the remediation of contaminated soils in areas impacted by solid waste.

Keywords: *Lupinus mutabilis*, bioremediation, heavy metals, phytoextraction, contaminated soil.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del suelo por metales pesados constituye uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial, debido a su persistencia, toxicidad y capacidad de bioacumulación en los organismos vivos. En zonas donde se desarrollan actividades mineras y de disposición inadecuada de residuos, los niveles de plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) suelen superar los límites permisibles establecidos por las normativas ambientales, afectando la calidad del suelo, el agua y la salud de las poblaciones cercanas. Frente a esta problemática, surge la necesidad de aplicar tecnologías sostenibles y de bajo costo que contribuyan a la descontaminación de los ecosistemas impactados (Álvarez, 2001).

La biorremediación mediante el uso de plantas con capacidad fitorremediadora se ha consolidado como una alternativa ecológica viable para la recuperación de suelos contaminados. Entre estas especies, *Lupinus mutabilis* destaca por su adaptabilidad a diversas condiciones edafoclimáticas, su sistema radicular profundo y su capacidad de absorber y acumular metales pesados en sus tejidos.

En el distrito de Panao, provincia de Pachitea, región Huánuco, la presencia de un botadero de residuos sólidos ha generado preocupación por los posibles impactos sobre el suelo y el entorno ambiental. Ante esta situación, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la capacidad de *Lupinus mutabilis* para reducir las concentraciones de plomo, cadmio y mercurio en suelos contaminados del botadero de Panao, determinando además los cambios en parámetros fisicoquímicos del suelo como el pH, la conductividad eléctrica, la temperatura y la humedad antes y después del proceso de fitorremediación.

Esta investigación busca aportar evidencia científica sobre la efectividad del tarwi como especie nativa con potencial biorremediador, promoviendo su uso en estrategias de manejo ambiental sostenible y recuperación de áreas degradadas en la región andina del Perú. El cual está estructurado en 5 capítulos, el primer capítulo se enfoca en la formulación del problema, detallando los objetivos que se buscan alcanzar y la justificación del estudio.

A continuación, en el capítulo dos, se presenta el marco teórico, que incluye la revisión de la literatura relevante, los antecedentes del tema y las bases conceptuales. El tercer capítulo describe la metodología aplicada, cubriendo el diseño del estudio, las características de la población y muestra, y los instrumentos y técnicas utilizadas para la recolección de datos. Posteriormente, el capítulo cuatro expone los resultados obtenidos. Finalmente, el quinto capítulo, los discute en detalle y concluye con las principales conclusiones y recomendaciones que se derivan

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Al nivel internacional los continentes quienes tienen aún el problema latente de los lixiviados de los residuos sólidos lo cual generan la contaminación de los suelos por metales pesados son África y América, este último se encuentra en Sudamérica el cual aún no se maneja la tecnología adecuada para la disposición y tratamiento final de los residuos el cual reduce enormemente la contaminación por lixiviados de metales pesados al suelo.

Sudamérica es el mayor generador de contaminación no solo al suelo si no también agua y aire, ya que sus países son tercermundistas y no desarrollan la investigación científica para problemas de contaminación, por ser consumistas a diario se genera toneladas de residuos sólidos de todas las procedencias y no se cuenta con lugares donde deberían de existir plantas de tratamiento y disposición final.

Las actividades de manufactura de industrias generan derivados de los metales pesados, la minería informal es el principal eje de contaminación por metales pesados al suelo.

La contaminación a base de los metales es un gran problema que ha ido en aumento de manera muy notorio debido principalmente a actividades antrópicas que realizan los seres humanos. La principal fuente de contaminación está en las distintas actividades como: la minería, la agricultura, la metalúrgica, los vehículos automotores, los residuos generados por las personas y el aporte natural en acuíferos. Covarrubias & Peña (2017)

En Perú, la problemática de la contaminación del suelo aún no ha sido suficientemente abordado, a pesar de la existencia de los diversos problemas de contaminación del suelo en nuestro país. Los diferentes problemas ambientales que son causados por el suelo contaminado aún no se comprenden completamente. Sabemos que todos los contaminantes que ingresan al ambiente eventualmente se asientan en el suelo y permanecen

depositados por mucho tiempo hasta que son removidos, eliminados o neutralizados (Álvarez, 2001).

En el Perú, el manejo adecuado de los distintos residuos sólidos, ya sea urbanos o rurales es uno de los mayores problemas, que afectan a los distintos componentes, ambientales (suelo, agua y aire).

Este problema en nuestro país va creciendo por la falta de cultura y, educación ambiental de las personas, ya que la sociedad tiende al uso y desecho de los residuos; Perú produce aproximadamente de 23.000 toneladas de residuos sólidos todo el día y tan solo el 15% es reciclable, y con el problema que solo existen 12 vertederos autorizados a nivel nacional, por lo que el 90% de los residuos sólidos ya sea orgánicos e inorgánicos terminan en 1250 vertederos ilegales (MINAM, 2016, p. 24).

A nivel nacional se reportaron 2050 de puntos críticos de residuos según el programa de incentivo al desarrollo de la gestión urbana del ministerio, de economía y finanzas, que establece que lima es una de las ciudades concentradas el 50% (1033) de puntos críticos a, nivel nacional. Desde enero a Mayo del 2021, el Servicio de Información, Nacional y Denuncias Ambientales, (Sinada) del Organismo de, Evaluación y Fiscalización, ambiental (OEFA) recibió 251 denuncias, relacionadas con la acumulación de los residuos el Perú.

El problema que genera los residuos sólidos está netamente relacionado con algunas situaciones de salud, calidad de vida, ya que este tema es de suma importancia, por lo que requiere de todo el esfuerzo y apoyo de todas las personas. Promover la participación ciudadana es muy fundamental para poder dar solución a este problema (Gabriel Quijandria, ministro del ambiente).

Los distintos problemas que contiene la región de Huánuco con los residuos sólidos son muchos, ya que para dar una solución se va a requerir de las personas habitantes en la región, porque se depositan 100 toneladas aproximado al día en el botadero de Huánuco, por cada persona genera un aproximado de 0.50 – 0.60 kg al día (DESA)

En la actualidad, en los diferentes distritos de la ciudad de Huánuco, en especial el distrito de Panao, donde existe este problema de la contaminación de suelos por diversos metales pesados a causa de la sobreexplotación de los suelos por diferentes actividades realizadas, como el mal manejo de residuos sólidos, la agricultura, la ganadería, entre otros.

En la provincia de Pachitea, distrito de Panao el manejo de residuos sólidos municipales es inadecuado, porque su almacenamiento es a cielo abierto en el botadero llamado once amigos y sin una clasificación adecuada. Actualmente generan alrededor de 4 a 5 toneladas de residuos sólidos por día, los residuos sólidos depositados contaminan el suelo, el aire y el agua, además el sanitario es un punto de dispersión de animales portadores de microorganismos que transmiten enfermedades (MDP, 2018)

Como alternativa de solución para este trabajo de investigación, se propone realizar una biorremediación para suelos contaminados a través de la planta *Lupinus mutabilis* lo cual ayudará a la reducción de metales pesados en los botaderos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL.

¿Cuál es la eficacia biorremediadora de *Lupinus mutabilis* en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.

¿Cuáles es la concentración de metales pesados antes y después del tratamiento biorremediador con *Lupinus mutabilis* empleado en los suelos contaminados del botadero de Panao?

¿Cuáles son los parámetros los parámetros físicos (T° y humedad) y químicos (PH y conductividad eléctrica) antes y después del tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao?

¿Cuál es la capacidad del *Lupinus Mutabilis* para la fitoextracción de metales pesados en el tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficacia biorremediadora de *Lupinus mutabilis* para la mitigación de metales pesados en suelos del botadero de Panao.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la concentración de metales pesados (Pb, Cd y Hg) antes y después del tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.

Evaluar los parámetros físicos (T° y humedad) y químicos (PH y conductividad eléctrica) antes y después del tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.

Analizar la capacidad del *Lupinus Mutabilis* para la fitoextracción de metales pesados en el tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La identificación de este problema es debido a la gran problemática que vienen afrontando distintas áreas de terreno que son utilizados para un botadero a cielo abierto a nivel mundial, nacional y regional, las cuales estas son contaminadas por metales pesados, ya que, es un problema para la salud humana y ambiental, tanto las personas y animales. Con este proyecto se busca reducir mediante la biorremediación los metales pesados en los terrenos usados para botaderos a cielo abierto.

En muchos lugares del mundo existe estos tipos de botaderos a cielo abierto, esto es debido a la mala información y mal aprovechamiento de los residuos sólidos por parte de las entidades públicas, por lo tanto, la población opta a seguir usando los botaderos cielo abierto, aunque este se convierta en una alta contaminación al medio ambiente.

El presente proyecto de investigación busca usar la planta *Lupinus mutabilis* como una opción de alternativa de biorremediación para la reducción de metales pesados en los suelos del botadero.

El estudio como resultado favorecerá a la población que reside alrededor del botadero y a la población en general, de tal manera también conocerán los beneficios de la planta *Lupinus mutabilis*, para la biorremediación de los suelos contaminados.

En esta investigación se busca saber la eficacia que tiene el *Lupinus mutabilis*, para la reducción de metales pesados en suelos del botadero, esto a través de la biorremediación.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

Escasa información sobre temas de investigación sobre la capacidad biorremediadora con *Lupinus mutabilis*, es por ellos no se encontraron gran variedad de estudios como antecedentes, para contribuir a la información requerida.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio tendrá viabilidad, a continuación, sus razones:

De acuerdo a la información encontrada sobre los antecedentes, se sabe que, el *Lupinus mutabilis*, son capaces de biorremediar los suelos contaminados por metales pesados.

Las plantas que se pretenden usar en la investigación, son altamente adaptables al clima del distrito de Panao, Además se cuenta con la disponibilidad de recursos financieros para la realización del trabajo e investigación ya que el tesista correrá con los gastos.

La disponibilidad del terreno también será viable ya que se cuenta con un lugar propio para la realización de dicho estudio, además de que el terreno usado es amplio y disponible el tiempo que se necesite.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes internacionales

Amanda (2022) “Fitorremediación de un suelo contaminado por Glisato mediante el uso de dos especies de plantas leguminosas en la provincia de Azuay” en la Universidad Católica de Cuenca. La investigación tiene como **objetivo** demostrar que tan efectivas son estas dos especies para la disminución de glifosato en el suelo. Esta investigación se basó en una **metodología** usada por Mantilla (2020). En primera instancia se realizaron análisis del suelo para determinar cuáles eran los valores del contaminante, teniendo en cuenta que el límite de glifosato permisible en el suelo es de 0,1 mg/kg según el “Acuerdo ministerial 097-A” (MAAE-Acuerdo Ministerial 097-A, 2015). Partiendo desde allí se realizó la respectiva siembra de las especies en un suelo previamente contaminado con glifosato de lo cual se obtuvo un valor de 0,12 mg/kg para glifosato, 0,22 mg/kg para AMPA y 0,32 mg/kg para glufosinato en el suelo. Se tomaron muestras del suelo cultivado después de los tres meses de desarrollo de las plantas, en donde los resultados de la cantidad de glifosato en el suelo fueron de 0,16 mg/kg, 0,20 mg/kg para AMPA y 0,29 mg/kg para glufosinato en la alfalfa, en la arveja el glifosato fue de 0,10 mg/kg, 0,20 mg/kg en AMPA y 0,26 mg/kg en glufosinato y en el testigo el glifosato fue de 0,12 mg/kg, en AMPA fue de 0,21 mg/kg y en el glufosinato. Por lo tanto, la arveja fue la que mejor resultados de disminución del contaminante tuvieron. Finalmente se evaluó la eficiencia de remoción del glifosato con respecto a cada especie de leguminosas en una escala de 0-1. Los **resultados** de disminución del herbicida fueron: - 0,33, 0,09 y 0,09 en la alfalfa en la arveja 0,16, 0,09 y 0,18. En el testigo 0,04, 0,06 y 0. **Concluyendo** que la especie que pudo remediar mayor cantidad de glifosato fue la especie *Pisum sativum* con un valor de >0,26 mg/kg presente en el suelo.

Erick y Bryan (2019) “Evaluación de la Eficiencia Fitorremediadora de *Lupinus pubescens*, *Plantago major* y *Scirpus californicus* en suelos contaminados con arsénico” de la universidad de Politécnica Salesiana sede Quito, el **objetivo** de este estudio es evaluar la eficiencia fitorremediadora de *Lupinus pubescens* (Falso chocho), *Plantago major* (Llantén) y *Scirpus californicus* (Totora) en suelos contaminados con arsénico. La **metodología** de la presente investigación fue de campo y laboratorio, las muestras fueran sacadas o adquiridas de la comunidad de Toacaso, el cual resultaron contaminados con arsénico, que provenían del volcán, también se realizaron análisis físicos – químicos, también la identificación microbiológica y concentración de arsénico en los suelos. Como **resultado** se dio a conocer que el *Scirpus californicus* (totora) fue la especie que absorbió mayor cantidad de metaloide, con un 35% de arsénico total gracias a la fitoextracción, llegando a la **conclusión** que el *Lupinus pubescens* presento nódulos que son beneficiosos para la absorción, aunque es muy sensible al trasplante, por otro lado el *Plantago major* muestra gran adaptación en suelos agrícolas con un crecimiento acelerado.

M. Ehsan Et Al En la revista española de investigaciones agrícolas: “*Fitoestabilización de suelos contaminados con cadmio por Lupinus uncinatus schldl*”. Se tuvo como **objetivo** explorar la acumulación, comportamiento y tolerancia de Cd por el *Lupinus uncinatus*, con una **metodología** de efectos de diferentes tratamientos de cadmio sobre las plantas, se hizo el experimento en macetas bajo un invernadero por 18 semanas aproximadamente. El cual el cadmio se le iba agregando como CdCl₂·2.5.H₂O después de 4, 12 y 15 semanas de crecimiento con cuatro repeticiones. Como **resultado** el Cd impidió la altura de la planta y el número de las hojas y proporcionó varios cambios en el rendimiento de las materias secas de la raíz, hojas y tallos, se dio que el índice de tolerancia al metal fue de 88,82 y 49% para los distintos tratamientos de 9, 18 y 27 mg Cd, también se detectó la concentración máxima de materia seca del área (540mg Cd materia

seca). En **conclusión**, la translocación desde la raíz hacia el tallo fue demasiado pobre y la proporción del Cd en el raíz y tallo fue <1 .

Antecedentes nacionales

José y Simón (2019), “Eficiencia del TARWI (*Lupinus mutabilis*) asistido con *bradyrhizobium* sp. Para la absorción de cadmio en suelos contaminados en la Universidad Cesar Vallejo”, la presente investigación tuvo como **objetivo**: determinar la eficiencia del *Lupinus mutabilis* asistido con el *Bradyrhizobium* sp. Para la absorción del Cd en el suelo y la planta, la cual se usó la **metodología**: de tipo aplicada, ya que posee un nivel explicativo, con un diseño experimental con un enfoque cuantitativo, con la secuencia de tiempo longitudinal. Se hizo 4 tratamientos y un control, la cual se determinaron las características físicas del Tarwi teniendo como **resultado** en el T1 (7.90 cm, 35.23cm, 3.90cm) en el raíz, tallo y hoja, la cual en el T4 se obtuvo (3.50cm, 13.30cm, 3.03cm) también en la raíz, tallo y hojas, en los tratamientos también se lograron determinar la concentración del Cd en la radicular de la planta las cuales los resultados fueron T1 9.37mg/kg, T2 17.35mg/kg, T3 14.60 mg/kg y T4 22.82 mg/kg, las distintas concentraciones finales de cadmio son el T1 25.00, T2 45.75, T3 64.43, T4 67.70 mg/Kg de Cd, los cuales los porcentajes 45%, 42%, 32%, 34% la cual se llega a la **conclusión**: que a mayor concentración de cadmio menor es el desarrollo del crecimiento del Tarwi a los 80 días, así demostrando que el *Lupinus mutabilis* asistido con *Bradyrhizobium* sp. es eficiente en la remoción del Cd en el suelo.

Castañeda, N (2022), “Bioacumulación de metales pesados en cultivo de *Lupinus albus* L. emergentes en suelos contaminados en la Universidad Privada del Norte-cajamarca”, el proyecto tuvo como **objetivo** principal de la investigación fue “Describir la bioacumulación de metales en cultivo de *Lupinus albus* L. emergentes en suelos contaminados”. **Metodología**: es de tipo no experimental – descriptiva,

porque solo se hizo los trabajos de investigar, comparar y revisar los resultados de otros proyectos, para obtener diferentes informaciones sobre la bioacumulación de las plantas. Se realizaron análisis de datos se tomaron en cuenta la base de la planta en general, como también las partes raíz, tallo y hojas, ya que se hicieron comparaciones de las concentraciones que fueron absorbidas por metales. **Resultados:** las concentraciones de metales que se registraron fueron muy altas para algunos metales como Pb, Hg y Mg con un 6094 mg/kg, 1.25 mg/kg y 469.39 mg/kg, ya que en otros se vieron menor acumulación como el Cd con 50.13 mg/kg, pero en la parte de la raíz generando la mayor bioacumulación. **Conclusión:** la especie de *Lupinus mutabilis* L. que si es capaz de poder absorber metales en sus organismos como en la raíz, tallo y hojas, ya que esto generando una bioacumulación de metales.

Chacón, M. y Marcatoma C. (2021), "Biorremediación de suelos contaminados por metales pesados (Pb, Cd, As, Ag, Cu, Ni, Zn) usando plantas nativas en zonas altoandinas" La presente investigación tiene como **metodología** de revisión sistemática es de tipo aplicada - cualitativa , diseño narrativo de tópicos- no experimental, donde se trabajó con 17 artículos científicos y 27 plantas nativas altoandinas las cuales se da a conocer cuales fueron capaces de biorremediar de manera eficiente en los suelos contaminados, también identificando las técnicas para poder biorremediar en las que están: fitorremediación, fitoextracción, fitoestimulación y fitoacumulación, así mismo determinar los metales pesados (Pb, Cd, As, Ag, Cu, Ni, Zn) que se extrajeron en la evaluación de las plantas altoandinas , Como **resultado** se obtuvo que la fitorremediación y fitoextracción son las más utilizadas para estas plantas nativas como el *Juncus Bufonius*, *Brassicaceae*, *Senecio rudbeckiaefolius* L. *bipinnatifidum* y *Ambrosia ambrosioides* fueron las que obtuvieron resultados eficientes y extracción en sus hojas , tallos y raíces y en los metales pesados con un porcentaje de acumulación de 20,7 a 91,7 %.**Concluyendo** y recomendando realizar este tipo de técnicas que suelen ser valiosas y efectivas para la biorremediación de

suelos contaminados con metales pesados afectados por industrias y minas.

Papuico R. (2020), "Fitorremediación de un suelo contaminado con cadmio utilizando *Lupinus mutabilis* y estiércol de lombriz. Huancaní, jauja.2019", **Objetivos:** determinar la acumulación de cadmio en la planta de *Lupinus mutabilis*, en un suelo contaminado al que se aplicó estiércol de lombriz y la variación del contenido de cadmio en el suelo. Se realizó un ensayo en un suelo contaminado con cadmio, del distrito de Huancaní, utilizando macetas conteniendo un promedio de dos kg de suelo, donde se sembró *Lupinus mutabilis* y se condujo el experimento por un periodo de 62 días. Los tratamientos consistieron en cinco dosis de estiércol de lombriz: 0, 5, 10, 15 y 20% (m/m), dispuestos en un diseño completamente al azar, con 3 repeticiones, bajo condiciones controladas. Se analizó el contenido de Cd en planta y suelo, así como el Factor de Bioconcentración. Como **resultado** se obtuvo la acumulación de cadmio en la parte aérea de *Lupinus mutabilis* tuvo un promedio de 0,375 mg Cd.kg⁻¹ materia seca vegetal, disminuyendo con el incremento de la dosis de estiércol de lombriz. La concentración de cadmio en el suelo varió de 2,870 mg.kg⁻¹ y 2,410 mg.kg⁻¹ para los tratamientos 0% de estiércol y 20% de estiércol, respectivamente. **Concluyendo** que el FB tuvo valores inferiores a 1, sin diferencias significativas entre tratamientos, indicando que esta especie evaluada no es fitoextractora y podría ser considerada fitoestabilizadora, lo cual requiere posteriores evaluaciones.

Mendoza M.(2020), "Capacidad fitorremediadora de la alfalfa (*medicago savita* L.) en suelos contaminados con plomo evaluada en dos etapas de crecimiento, Végueta, Huaura", El presente trabajo se desarrolló en un tinglado de la Facultad de Ingeniería Agraria de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, ubicado en el centro poblado de Mazo, del distrito de Végueta, provincia de Huaura, con la **objetivo** de conocer la capacidad fitorremediadora de la "alfalfa" de suelos contaminados con 3 niveles de plomo (70, 140 y 210 mg.kg⁻¹) más 1

testigo (0 mg.kg⁻¹) en un ensayo en macetas evaluadas a los 45 y 90 días, bajo un diseño de bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales. Las medias de los tratamientos fueron sometidas a la prueba de significación de Duncan. Luego de efectuarse las evaluaciones de los **resultados** tanto en campo como en laboratorio, con referencia al plomo absorbido por la “alfalfa”, se encontró que la extracción fue mayor por las raíces y en menor cantidad por la parte aérea de la planta tanto a los 45 como a los 90 días. El plomo remanente en el suelo fue más alto a los 45 días y más bajo a los 90 días con una mayor concentración en los tratamientos que recibieron 210 mg.kg⁻¹ de plomo. Finalmente, se llegó a las siguientes **conclusiones**: el pH es variable y corresponde a suelos ligeramente básicos, la textura es gruesa y la materia orgánica está entre baja a media, la salinidad es media, características que no facilitan el movimiento y disponibilidad de los metales pesados. La altura de plantas fue afectada ligeramente por las mayores concentraciones de plomo. Además, el factor de concentración de la parte aérea y la parte radicular dieron valores menores de uno determinando que la “alfalfa” es una planta excluyente del plomo. Asimismo, el factor de translocación con valores menores de uno calificó a la “alfalfa” como una planta Fito-estabilizadora.

Ríos A. y Sanchez L. (2022), “ Fitorremediación de cromo y cadmio en suelos del botadero Yacucatina, con siembra de frijol castilla, Tarapoto, 2021”, La investigación planteó como **objetivo** evaluar la fitorremediación de Cr y Cd en los suelos del botadero Yacucatina, con siembra de frijol castilla, lo cual se muestran resultados pre-tratamiento y post-tratamiento, adicional cimentando una propuesta, la investigación es experimental de tipo aplicada, se emplearon 51 plantas de frijol castilla distribuidos en 3 tratamientos, parcela 1 con 17 plantas, parcela 2 con 20 vegetales, parcela 3 con 14 especies. Los **resultados** iniciales muestran concentraciones de Cd 0,381 mg/kg menor al ECA y el Cr 4,61 mg/kg más que el ECA. En los post-tratamientos, se evidenciaron fitorremediación donde las concentraciones de Cadmio en T1 con 17

plantas de frijol castilla es 0,719 mg/kg, en el T2 con 4,00 mg/kg sobrepasando al ECA de suelos, a los 47 días T3 con 14 plantas de frijol castilla la concentración del Cd fue de 0,800 mg/kg, menor a lo establecido en el ECA y para Cr, en el T1 4,61 mg/kg, T24,37 mg/kg, T3 4,560 mg/Kg, en **conclusión** la planta de frijol castilla no es eficiente para tratar Cadmio en suelos contaminados, mientras tanto para cromo todas las concentraciones de este metal pesado se encuentran dentro lo establecido por la normativa nacional vigente.

Antecedentes locales

Susan(2020), “ Determinación de la Hiperacumulacion con metales pesados Pb, Cd y As encontrado en la especie nativa taya (Baccharis tola Phil.) de la desmontera minera Rumiallana los distritos de Yanacancha y Simón Bolívar, Pasco, 2019 – 2020”, dicha investigación su **objetivo** determinación la planta nativa taya es hiperacumuladora de los metales pesados Cd, Pb y As. **Metodología:** el proyecto es variado, por el nivel de investigación que es descriptivo, en el que se describe las concentraciones de metales pesados Cd, Pb y As en la planta, teniendo en cuenta la población a la planta Taya que crece en el desmontera rumiallana, la cual se hicieron 3 muestras de la planta (aérea y raíz), por lo cual se utilizó las estadísticas descriptiva y análisis de varianza, para tener las diferencias de las tres repeticiones que se hicieron. Las muestras fueron enviadas al laboratorio y dieron como **resultado** en la parte aérea es de (7.61, 41.14 y 4.64 mg/kg) y en la raíz (7.48, 384.69, 7.55 mg/kg), también se calculó el FBC y FT. Luego se determinó que la planta debe de tener tres criterios para que sea considera hiperacumuladora. **Conclusión:** la planta Taya no se considera como hiperacumuladora, después de evaluar los criterios, pero si se puede considerar como fitoestabilizadora.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. BIORREMEDIACIÓN

La Biorremediación es una tecnología de desinfección del suelo, basada en el uso de microorganismos biodegradables para eliminar o reducir la contaminación del suelo, porque esta contaminación ahora es un proceso negativo de organismos de puntos de vista de vistas en el punto de vista del punto de vista del lado biológico, contribuyendo al punto de vista del punto de vista de Las bacterias, que contribuyen al aumento de los agentes microbiológicos que utilizan compuestos químicos para su nutrición y el aumento de sus colonias, es posible el uso de recursos. Es posible usar enzimas específicas relacionadas con el metabolismo bacteriano para mejorar los contaminantes. Para la purificación biológica, Biorremediación si conoce el suelo y sus propiedades usado localmente en el mismo lugar donde se contamina el suelo. (Iturbe, 2010, p. 8).

Becerril & Garbisu (2020) afirma que la biorremediación es un concepto muy general que involucra todos los procesos y acciones que se realizan con el fin de transformar o mejorar un ambiente alterado por la presencia de contaminantes negativos, el término usado se refiere a la utilización de organismos para degradar las sustancias. La biorremediación se utiliza principalmente como microorganismos o procesos microbianos ya sea para degradar o transformar contaminantes ambientales a sustancias inofensivas o que sean de formas menos tóxicas.

Haug (2017) La biorremediación es el proceso de mineralización, como también se le conoce como composteo. Este proceso es usado para estabilizar los lodos residuales del cual se obtiene el humus como producto, también es usado como mejorador de las características físicas de un suelo.

Di Salvo, et al. (2018) La biorremediación en los contaminantes es el proceso de compostaje que va constituir un proceso muy complejo,

llevado en el crecimiento de grupos microbianos que actúan de forma sucesiva y de manera complementaria. La evaluación de diferentes variables microbiológicas indicadoras durante el proceso constituye la herramienta que permite evaluar cómo se produce la degradación del contaminante en los suelos y el proceso de humificación. Ciertas variables fisicoquímicas, que facilitan los procesos microbiológicos, también pueden deben de ser evaluadas en relación con estos. 23

CLU-IN (2018) La biorremediación corresponde a la práctica constante que acelera la biodegradación natural en variedad de medios como: (suelo, agua dulce, agua salada, superficial o subterránea), mediante el empleo de microorganismos vivos, sean estos naturales o genéticamente modificados, y hace aprovechamiento de sus capacidades catalizadoras, para la eliminación de sustancias xenobióticas contaminantes, mientras son utilizados como sustrato energético y con ello, se generan productos metabólicos inocuos, para el medio ambiente y la salud humana.

Se han desarrollado variadas estrategias de biorremediación las cuales se mejoraron para tratar suelos contaminados, este proceso consiste en la aceleración de procesos de biodegradación naturales, donde las bacterias y otros organismos alteran y convierten las moléculas orgánicas en moléculas de CO_2 , agua y metano. (Atlas y Unterman1999.)

Un científico norteamericano George M. Robinson en 1960, experimento con una serie de microbios en frascos contaminados por petróleo, inventando la biorremediación aplicando microorganismos.

Todo proceso que usa microorganismos, hongos y plantas, por medio de agentes o compuestos derivados de cualquiera de ellos, para revertir un ambiente deteriorado en su condición natural, ya sea agua o suelos. La actividad biológica es usada para eliminar o minimizar agentes contaminantes específicos del suelo, el cual es realizada por medio de degradación o transformación de diferentes compuestos

nocivos en otros inocuos, con menor toxicidad o materia orgánica en descomposición. (Atlas y Unterman1999.)

- Biotransformación: es el proceso de descomposición de un compuesto orgánico en otro que es similar pero que no contamina o menos tóxico.
- Mineralización: es la degradación a dióxido de carbono, agua, y compuestos celulares.

La aplicación de la biorremediación permite minimizar las concentraciones de hidrocarburos con dos formas:

- Bioestimulación: es la estimulación de la actividad microbiana, por medio de la inyección de líquidos o gases y pueden ser: aireación, inyección de oxígeno, ajuste de pH, aporte de nutrientes.
- Bioaugmentación: Es el aumento de nutrientes para simplificar la biodegradación. Va depender de varios factores: la dimensión de la población microbiana, permanencia de los microorganismos añadidos, la capacidad de aclimatación previa, etc. (Atlas y Unterman1999.)

a) Beneficios de la biorremediación

Las impurezas se metabolizan y mineralizan parcialmente para formar CO₂ y H₂O. El uso de microorganismos endógenos y exógenos. Esta es una tecnología segura y económica. Los objetos recuperados no necesitan ser cerrados después.

Esta es una tecnología segura y económica. El suelo reconstituido no necesita protección adicional.

b) Desventajas de la biorremediación

Los microorganismos pueden quedar atrapados en presencia de altas concentraciones de contaminantes. No ocurre en áreas con altas concentraciones de hidrocarburos halogenados, metales y residuos radiactivos. perder el tiempo

2.2.2. EL PROCESO DE BIORREMEDIACIÓN

La biorremediación emplea una gran variedad de microorganismos capaces de degradar o acumular sustancias que contaminan el ambiente, tales como compuestos orgánicos del petróleo sus derivados y metales pesados. Existen tres tipos de biorremediación (Atlas y Unterman1999.):

- **Degradación enzimática:** Las enzimas son moléculas orgánicas que se obtienen de microorganismos (hongos y bacterias) de manera natural o microorganismos modificados por la genética, en dicho proceso se usan enzimas proteicas, luego se insertan en el suelo afectado con el fin de degradar o eliminar sustancias nocivas.
- **Remediación microbiana:** en este proceso los microorganismos se insertan directamente en el foco contaminante, los microorganismos pueden ser autóctonos o ser transportados de otros ecosistemas siendo inoculados o agregados. Con el único fin de acelerar el proceso, se añade más nutrientes como es el nitrógeno y fosforo.
- **Fitorremediación (Remediación con plantas):** Algunas plantas poseen la capacidad de absorber altas concentraciones de contaminantes como metales pesados y compuestos radioactivos. Existen hasta 400 especies de plantas capaces de hiperacumular selectivamente alguna sustancia. Por ejemplo: el girasol es capaz de absorber uranio y el helecho es capaz de acumular arsénico. (Atlas y Unterman1999.)

2.2.3. BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS

Ángeles (2005) afirma que la tecnología tradicional es para la contaminación de suelos con diferentes elementos altamente tóxicos (EPT) donde se utilizan métodos de ingeniería y diferentes tratamientos químicos. Las tecnologías biológicas involucran el uso de microorganismos y plantas para remover, contener o retener contaminantes sin causar daños posteriores, que serán utilizadas para

el tratamiento de varios tipos de contaminantes de los suelos y del agua, como: hidrocarburos, plaguicidas, entre otros tipos de contaminantes orgánicos; pero su uso en la remediación de suelos contaminados con EPT, son los metales pesados y metaloides, es de reciente aplicación.

Métodos de Biorremediación

Beltra (2013) refiere que el término Biorremediación se utiliza a cualquier tipo de sistema o proceso en donde se empleen métodos biológicos para transformar contaminantes en los suelos o en los cuerpos de aguas. La biorrecuperación en suelos contaminados por algún agente puede llevarse a cabo:

In Situ: Excavando el terreno.

Ex Situ: En instalaciones donde este proceso, debería ser el resultado de la valoración de una serie de variables y de características o también del contaminante que se va a tratar.

2.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LA BIORREMEDIAÇÃO

Perdomo (2018) Establece las características de la siguiente manera:

- **Contaminantes que pueden ser biorremediados**

Los contaminantes que han sido biorremediados, se encuentran los metales pesados como (cromo, plomo, zinc, etc.), sustancias radioactivas, contaminantes orgánicos tóxicos, sustancias explosivas, derivados del petróleo (hidrocarburos poliaromáticos o HPAs), fenoles, etc.

- **Condiciones fisicoquímicas durante la biorremediación**

Debido a que los procesos de biorremediación dependen de la actividad de microorganismos y plantas vivas o de sus enzimas aisladas, se deben mantener las condiciones fisicoquímicas adecuadas para cada organismo o sistema enzimático, con el objetivo de optimizar su actividad en el proceso de la biorremediación.

Técnicas de Recuperación de Suelos

Pinto y Sánchez (2018) afirman que la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos o metales pesados, es un

proceso natural que se da con el pasar de los tiempos, las bacterias o microorganismos son factores importantes en este proceso, ya que son los encargados de minimizar las cadenas largas que componen a los hidrocarburos y hacerlas muy simples para que la descomposición sea más rápida y efectiva, para que este método de tratamiento viable sea sencillo para descontaminar los suelos que tienen vertimientos de altas cantidad de hidrocarburo. Las bacterias necesitan de un ambiente bueno para llevar a cabo la degradación constante de los hidrocarburos, y a su vez para su reproducción y sostenimiento frente al crecimiento de la población bacteriana, los microorganismos en lo general son autóctonos del suelo contaminado. Cuando las condiciones ambientales y las unidades formadoras de colonias (UFC) no son suficientes sino son necesarios para los métodos de ingeniería para establecer necesidades.

Biorremediación: herramienta para el saneamiento de ecosistemas marinos contaminados con petróleo

San Martín (2011) En los últimos años, paralelo al desarrollo de la industria petrolera, se ha incrementado la contaminación en los ecosistemas marinos. El vertimiento de petróleo crudo es uno de los más comunes ya que sus derivados provocan efectos negativos a corto, mediano y largo plazo. La eliminación o depuración natural de los contaminantes puede tardar años o también esto no puede ocurrir.

2.2.5. METALES PESADOS

Pineda y Gómez (2016) refieren que el metal pesado se define como elemento que tiene una variedad de propiedades metálicas como ductilidad, conductividad, densidad, estabilidad como catión y 26 especificidad a ligando. Bajo la afirmación de metales pesados se incluye a un conjunto de 64 elementos de la tabla periódica con un número atómico mayor a 20, una alta densidad relativa, mayor o igual a 5 g/cm³ en forma elemental. Estos presentan muchas características fisicoquímicas y biológicas que se encuentran formando como los complejos iones libres o participando en reacciones redox que resultan potencialmente tóxicas para los organismos.

Gutiérrez (2020) refiere que cualquier elemento químico metálico que tenga considerable densidad y sea sumamente tóxico en concentraciones son muy bajas. Estos se encuentran como componentes naturales en toda la corteza terrestre, no pueden ser eliminados o destruidos con facilidad de forma natural o biológica ya que no poseen funciones metabólicas específicas para los seres vivos ya sea animales o plantas, a 29 excepción de algunos elementos como el cobre (Cu), el selenio (Se) y zinc (Zn), los cuales juegan un papel fundamental en el correcto metabolismo de los seres vivos y el cuerpo humano.

Martorell (2020) afirma que los metales pesados son persistentes, que no pueden ser creados o degradados, mediante procesos biológicos ni antropogénicamente. Ya que han entrado en los ecosistemas acuáticos, se transforman a través de procesos biogeoquímicos y se distribuyen entre varias especies con distintas características ya sea físico o química, por ejemplo, un material particulado ($>0,45 \mu\text{m}$) y un coloidal ($1 \text{ nm}-0,45 \mu\text{m}$) y especies disueltas ($\leq 1 \text{ nm}$). En estas últimas especies se incluyen los iones metálicos hidratados, los cuales suelen ser considerados como la fracción metálica más biodisponible, así como los complejos metálicos orgánicos e inorgánicos con ligandos de origen natural o antropogénico, los cuales son potencialmente biodisponibles. La materia particulada y coloidal, el orgánica e inorgánica, cumple un papel clave en la coagulación, así como también en la sedimentación y los procesos de adsorción, los cual influye en los tiempos de residencia y transporte de metales trazas desde la columna de agua a los sedimentos continuas.

Importancia de un suelo libre de metales pesados

Alcalá, etal. (2009) afirman que los usos de suelo es uno de los principales criterios que acreditan la planeación urbana o rural, ya que es insuficiente o exiguo el conocimiento sobre su calidad y grado de contaminación en relación con la salud pública y sobre el crecimiento y desarrollo, entre otros organismos, como el caso de la vegetación, en el proceso de planificación urbana es más urgente integrar una visión multidimensional que permita conocer la calidad del medio ambiente, sin

embargo para los tomadores de decisiones de las políticas públicas, el papel de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo no ha sido muy considerado.

Movilidad y biodisponibilidad de metales

Ministerio del Ambiente (2014) afirma que los metales se encuentran distribuidos en el ambiente y se encuentran fijos a las partículas de los suelos. Asimismo, estas distribuciones se pueden originar por otros factores como lo es la acción de la naturaleza, lluvias, aire entre otros. Estos movimientos pueden originar grandes peligros, debido a que contaminan los recursos como el suelo, agua, generando pérdidas en la agricultura, y peligro en la salud de las personas. La movilización de los metales se origina por la acción del aire, asimismo, como las precipitaciones que dispersan los metales por la acción de arrastre, llegando a zonas, terrenos de agricultura o en aguas de ríos, causando gran toxicidad a la población. Es decir, que esos movimientos de los metales se realizan debido a la acción biológica, donde se relaciona lo sólido – líquido y la acción del agua.

Plomo

Londoño, et al. (2016) La Organización Mundial de la Salud (2019) afirma que el metal pesado del plomo es un metal muy tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre a nivel mundial. El uso generalizado dio el lugar en muchas partes del mundo a una importante y gran contaminación del medio ambiente, un nivel considerable de exposición humana y graves problemas de salud ya sea a corto, mediano o largo plazo.

Mercurio

Máxima (2021) El mercurio es un elemento químico metálico, conocido también como azogue, hidrargiro o plata líquida. Su símbolo en la Tabla Periódica de los elementos es Hg y proviene de su nombre en griego antiguo: hydrargyros, término compuesto por hydro (“agua”) y argyros (“plata”). Esto se debe a que es el único metal líquido a

temperatura ambiente (es líquido como el agua, pero con brillo metálico como la plata).

Tabla 1
Características principales de metales pesados

Metal pesado	Densidad (g/cm)	Numero atómico	Niveles típicos en suelos	Esencial para organismos	Toxico
Pb	11.3	82	20	-	A,P,H
Cd	8.7	48	0.35	-	A,P,H
Hg	13.5	80	10	-	A,P,H

H: Humanos; A: Animales; P: Plantas

Fuente: *Tabla recopilada de Micó C. (2005).*

2.2.6. GENERALIDADES DEL TARWI (*LUPINUS MUTABILIS*)

Figura 1

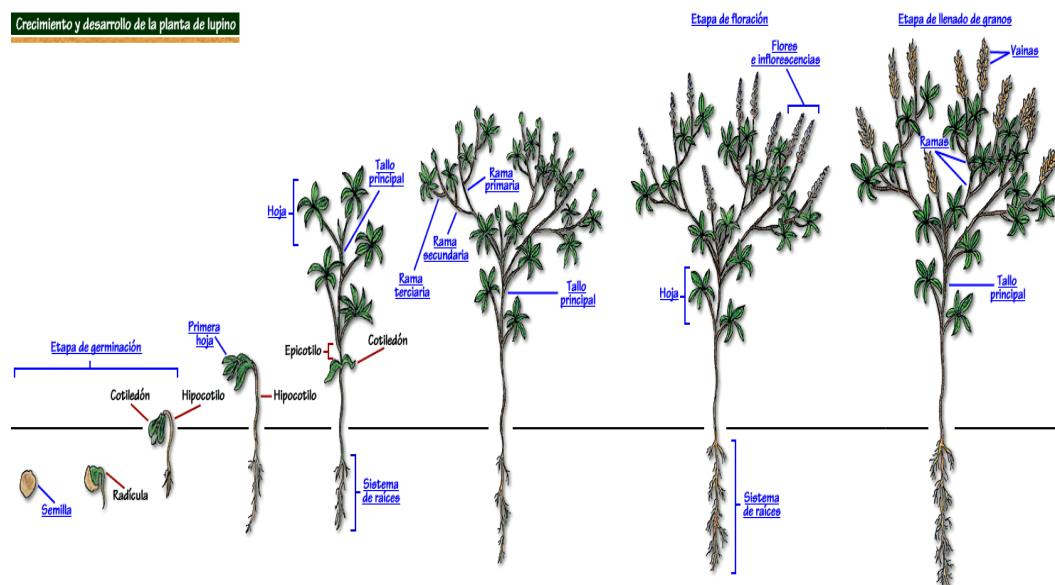
Lupinus mutabilis



Fuente: *Imagen recopilada de Agraria.pe (2021).*

Figura 2

Ciclo biológico del Lupinus mutabilis.



Fuente: Imagen recopilada de educ. cultivos (2024).

2.2.6.1. Taxonomía y distribución

Zavaleta (2018) Tarwi (*Lupinus mutabilis*) llamado como tauri o chocho, es una fabácea que se utiliza como alimento nutritivo en las zonas alto andinas. Se caracteriza por su alto contenido de proteínas y grasa, también por la ayuda de fijar nitrógeno atmosférico en el suelo.

Tabla 2

División taxonómica del Lupinus mutabilis

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Papilionoideae
Genero	Lupinus

Especie	Lupinus mutabilis
---------	--------------------------

Fuente: Tabla recopilada de Campos (2018).

Esta es una especie que tiene una gran demanda, por su alto valor nutritivo, es una planta que tiene la facilidad de crecimiento, pero su origen está ubicado en la región andina de Ecuador, Perú y Bolivia (Jacobsen et al. 2016).

A causa de la variabilidad, hay unos problemas respecto a la definición taxonómica, ya que existen muchas hibridaciones interespecíficas como resultado del alto nivel de cruzamiento de estas especies (Tapia y Fries 2017), por lo que es importante más estudios de la taxonomía y de la planta a nivel molecular.

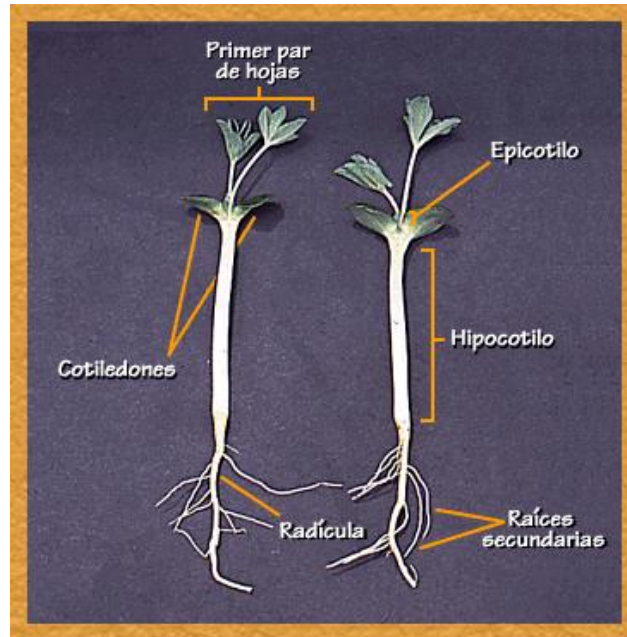
Zavaleta (2018) desde los años prehispánicos hasta en la actualidad, utilizan el Tarwi para poder eliminar los daños como los parásitos, gracias a su alto contenido de alcaloides. También es usado para otro tipo de tratamientos como es el tratamiento de suelos porque ayuda con la absorción de metales.

2.2.6.2. Descripción botánica

- ✓ **Raíz:** El tarwi tiene una raíz vigorosa y profunda que se extiende hasta 50cm de profundidad (Zavaleta, 2018). Los suelos que tienen bacterias nativas, la formación de nódulos se inicia a partir del quinto día después de la germinación, ya que se localizan en la raíz principal.
- ✓ **Hoja:** el Lupinus contiene hojas compuestas por 8 folíolos, las hojas del tarwi tienen menos vellosidades, ya que, además, pueden variar de color dependiendo del contenido de antocianina (Zavaleta, 2018).
- ✓ **Tallo:** la altura es de 0,5 a 2,0 m. generalmente es muy leñoso, pero con alto contenido de fibra y celulosa, por lo cual esto es usado como combustión.

Figura 3

Estructura del Lupinus mutabilis.



Fuente: Imagen recopilada de educ. cultivos (2024).

2.2.6.3. Características

Lupinus mutabilis es una planta que llega a medir de 0.8 m hasta más de 2 m de altura, es una planta arbustivo anual.

El tarwi tiene una mayor tasa de supervivencia cuando la planta está en condiciones óptimas, pero cuando los agentes contaminantes aparecen en el suelo o en la planta, la medida reduce. Este índice de supervivencia es esencial para todo tipo de estudios, donde lo primero que se debe de tomar en cuenta es el número de individual total y los que sobreviven (Arribalzaga, 2007).

Lupinus mutabilis “chocho” o “tarwi” es una planta leguminosa que es demasiado importante y valioso del Perú y también del mundo, esto se debe a que contiene 44 – 47% de proteínas y 20 – 22% de grasa o aceite y con cierta cantidad de alcaloides, que hacen que los granos tengan un toque de amargo, pero siguiendo a su preparación

que es el remojo y lavado de forma adecuado, nos sirven para poder controlar algunas plagas (Jorge 2016).

Una de las partes importantes del Tarwi es la raíz, ya que ahí presentan una gran cantidad de nudos formados en bacterias Rhizobium, donde se fijan el nitrógeno del aire, ya que esto aporta entre 40 – 80 kg/ha de nitrógeno (Tapia y Fries 2007). La fijación del nitrógeno, es una gran ayuda para el suelo ya que esto hace que la fertilidad del suelo mejore sin la necesidad de aplicar ningún tipo químicos, ya que esto ayuda a un ahorro de costos en su producción del Tarwi(Jorge 2016)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Materia orgánica:** Se encargan de analizar las propiedades y características de la materia que la de tipo orgánico se forma a partir de residuos de procedencia animal o vegetal. Se trata de sustancias que suelen distribuirse por el suelo y que ayudan a su fertilidad. De hecho, para que un suelo sea apto para la producción agropecuaria, debe de contar con un buen nivel de materia orgánica; de lo contrario, las plantas no podrían crecer. Porto y Gardey (2012)
- **Ecosistema:** Denomino ecosistema al conjunto de seres vivos y carentes de vida que tienen existencia en un lugar determinado y guardan relaciones entre sí (Whittaker,2010).
- **Metales pesados:** metal pesado se define como elemento que tiene una variedad de propiedades metálicas como ductilidad, conductividad, densidad, estabilidad como catión y 26 especificidad a ligando. Bajo la afirmación de metales pesados se incluye a un conjunto de 64 elementos de la tabla periódica con un número atómico mayor a 20, una alta densidad relativa, mayor o igual a 5 g/cm³ en forma elemental (Pineda y Gómez, 2016).

- **Suelo:** “Es el estrato insustancial de la tierra en el cual se constituyen el medio natural en el cual se desarrollan las especies vegetales y animales, el cual es capaz de brindar aportes para el desarrollo de la vida y acumular agua de las precipitaciones brindando a la medida que lo requieran” (INIA, 2015).
- **Contaminante:** “Es todo elemento químico que no concierne al medio natural o su densidad es excesivo causando daños a la vida humana y el medio natural” (MINAM, 2013).
- **Suelo contaminado:** “Es una parte determinada del suelo en el cual las características químicas, biológicas o físicas los cuales se vieron modificadas de manera negativa por la retransmisión de compuestos peligrosos.” (Sabroso – Pastor, 2004).
- **Toxicidad:** “Es el atributo que un elemento o mezcla de elementos causen daños adversos a la salud pública o en la naturaleza” (MINAM, 2013).
- **Fitorremediación:** “Tecnología proveniente de las plantas y microorganismos los cuales se juntan para la funcionalidad y recuperación de suelos deteriorados. Esta tecnología está basada de manera natural los cuales absorben los contaminantes” (Pilón – Smits, 2005).
- **Fitoextracción:** “Es la capacidad de absorber los agentes nocivos a travez de las raíces tallos y hojas de las plantas.” (Delgadillo, 2011).
- **Absorción:** “Es el proceso de adhesión en el cual una sustancia toxica penetra membranas de las células a través de los conductos de la piel”
- **Rizosfera:** “Es una parte de la tierra donde la interacción es única y dinámica de las raíces de las plantas y los microorganismos en el suelo. Se caracteriza por el incremento de la biomasa

microbiana el cual produce un difícil dinámico donde los microorganismos se juntan mediante las raíces logrando unidades únicas para el exterminio de elementos tóxicos.” (Steciow, 2005).

- **Degradación:** “Se define como la pérdida de equilibrio de sus propiedades, lo que limita su productividad en aspectos físicos(erosión), químicos (déficit de nutrientes, acidez, salinidad y otros) y biológicos del suelo” (deficiencia de materia orgánica) (ODPA, 2013).
- **Parámetro:** “es el indicador de medición, tanto biológico, químico o físico que pertenece a un Estándar de Calidad Ambiental” (MINAM 2013)-
- **Degradación de suelos:** la capacidad de reducir los indicadores biológicos, químicos y físicos de la tierra o en una combinación de prevenir o limitar el desarrollo de cultivos y crisis agrícola. Como regla general, como resultante de la mezcla de factores naturales y malos utilizados en la agricultura y los animales de granja, lo que representa una serie de métodos, como la degeneración química y la admiración. Restaurando nutrientes extraídos por cultivos agrícolas, expandiendo las sales minerales del exceso de riego y El mal drenaje y el drenaje deficiente son típicos para las áreas secas, y la contaminación o la contaminación del suelo realizada por la acumulación de basura, sustancias tóxicas excesivas (pesticidas y fertilizantes químicos), el centro de explotación y agua, minerales contaminados (Minagri, 2015).
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Es cuya dimensión que decreta los niveles de densidad del nivel de sustancias, elementos o sus parámetros bilógicos, físicos o químicos, que se encuentran en el suelo, aire o agua, en condición de receptor, el cual no representa un riesgo significativo en la salud de las

personas y del medio natural. Conforme al factor en especial a que se refiere su manifestación o nivel es expresada en rangos de mínimo a máximo” (MINAM, 2013).

2.4. HIPÓTESIS

El uso del *Lupinus mutabilis* como agente biorremediador reduce significativamente la concentración de metales pesados (Pb, Cd y Hg) y mejora los parámetros físicos y químicos del suelo de botadero de Pano.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN

Eficacia Biorremediadora con *Lupinus mutabilis*.

2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA

Reducción de metales pesados en suelos del botadero de Pano

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable de calibración	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Biorremediación	Es una técnica para la ayuda de recuperación de suelos contaminados, aprovechando la capacidad de las plantas para acumular, reducir, absorber o degradar los contaminantes presentes en el suelo.	En este proyecto se utilizará el método de biorremediación para poder reducir la contaminación del suelo por metales pesados que se encuentran en los botaderos.	Tipo de planta Cantidad de planta Tiempo	Lupinus mutabilis	Nominal dicotómica
Variable de evaluativa	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Reducción de metales pesados.	Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Estas son en general tóxicos para los seres humanos, cuando se abandonan metales tóxicos en el medio ambiente, contaminan el suelo y se acumulan en las plantas y los tejidos orgánicos.	Para poder realizar la reducción de los metales pesados en los suelos contaminados por botaderos, se hará diferentes estudios para por visualizar que metal pesado es más existente en el suelo del botadero de Panao.	Parámetros físicos: ❖ Temperatura ❖ Humedad Parámetros químicos: ❖ PH ❖ Conductividad eléctrica (CE) Metales pesados: ❖ Pb ❖ Cd ❖ Hg	Parámetros físicos: ❖ K o °C ❖ g/m ³ Parámetros químicos: ❖ 0 a 14 (%) ❖ dS/m Metales pesados: ❖ Mg/kg ❖ Mg/kg ❖ Mg/kg	Numérica continua

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo a Supo y Zacarías (2020), los diversos tipos de investigaciones con respecto a los proyectos son clasificados en categorías excluyentes o exhaustivas, dicho esto la presente investigación posee la categoría exhaustiva ya que el estudio de los grupos de indicadores está basado por criterios de clasificación, los cuales serán encasillados.

A si mismos se realizará a través del control de la medición de la variable de evaluación siendo esta de tipo prospectiva, por lo cual convierte a esta variable en analítica.

La presente tesis se realizará a través de la participación. Ya que se realizará una medición, de acuerdo al número de medidas de la variable del estudio siendo longitudinal.

De acuerdo al número de variables analíticas: se describen como tipo de una variable analítico, porque tiene más que una variable. Supo y Zacarías (2020, p.11)

3.1.1. ENFOQUE

Este proyecto de investigación presentado supone de carácter cuantitativo, ya que plantea un problema delimitado y concreto donde se utiliza la estadística para analizar los datos obtenidos en las muestras. (Supo y Zacarías, 2020)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

De carácter experimental (Supo y Zacarías, 2020) señala que el nivel aplicativo tiene la variable evaluativa, en un nivel intervencionista, porque su finalidad es transformar positivamente la realidad de la población de estudio, esta intervención es debidamente planificada y

cuenta con un estricto estudio de resultados esperados a fin de evaluar su eficacia.

3.1.3. DISEÑO

Este estudio se considera con el diseño pre experimental, según la manipulación del investigador a un grupo de estudio que cuenta con mediciones de antes y después. Supo y Zacarías (2020)

El proyecto de investigación seguirá además el diseño de un experimento verdadero, debido a que cumple las condiciones de intervención y control, que se va a realizar tanto a nivel metodológico. Supo y Zacarías (2020)

Experimento verdadero

GE: O1-----X1-----O2

Donde:

GE: grupo de estudio

O1: Análisis inicial

O2: Análisis final

X1: intervención con el *Lupinus mutabilis*.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Dicha población de estudio del proyecto se conforma por los suelos los cuales están deteriorados por los residuos del botadero de Panao, se estima que dicha área es de 1000 m² de suelo con las características mencionadas del botadero de Panao para lo cual se empleará una planta determinando su eficacia Biorremediadora, contribuyendo con la investigación.

Tabla 3
Ubicación y coordenadas del proyecto

Coordenadas UTM:	
Latitud	S 9°93'37.91
Longitud	O 76°00'30.83

El periodo de dichos estudios se realizará en el mes de junio a septiembre del año 2025. Como muestra de estudio vienen a ser las muestras de suelos del botadero provenientes del botadero

Muestra

La muestra del presente estudio consistirá en buscar 50 kg de suelo del botadero, La cual se repartirá en 8 macetas de 5 litros cada uno, para las cuales serán destinados el efecto del *Lupinus mutabilis* sobre la calidad del suelo.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En cuanto a la acumulación de datos, dicha investigación se dividirá en tres fases para obtener los resultados deseados:

Recolección de información

Después de haber encontrado la información correspondiente al tema a tratar del proyecto se harán las siguientes coordinaciones previas para poder adquirir la muestra necesaria.

Coordinaciones previas

Se realizará una solicitud correspondiente para poder adquirir la muestra del suelo que es usado como botadero, la cual se demostrara si son menores o iguales a los valores establecidos en el ECA suelo.

Fase de campo

Se ubicará el área para la recolección de las muestras en el terreno que es utilizado como botadero.

Una vez ubicado el terreno del proyecto se procederá a recolectar las muestras de los puntos adecuados

Tabla 4
Cuadro de técnicas e instrumentos usados en el proyecto

Variable	Indicadores	Técnica	Instrumentos
Reducción de metales pesados	Parámetros físicos:	Observación	Parámetros físicos:
	❖ Temperatura		❖ K o °C
	❖ Humedad		❖ g/m ³
	Parámetros químicos:		Parámetros químicos:
	❖ PH		❖ 0 a 14
	❖ Conductividad eléctrica (CE)		❖ dS/m
	Concentración de metales pesados:		Concentración de Metales pesados:
	❖ Pb		❖ Mg/kg
	❖ Cd		❖ Mg/kg
	❖ Hg		❖ Mg/kg

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Según la Guía para Muestreo de suelos del DS N° 002-2013-MINAM, aprobado con la Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de suelo se realiza lo siguiente:

Muestreo de Comprobación de la Remediación (MC)

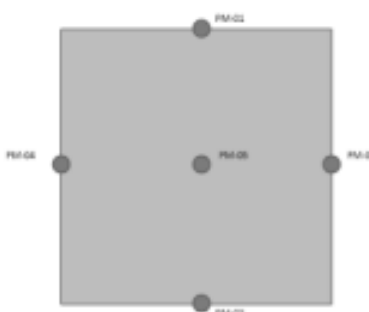
De acuerdo al modelo y propósito del proyecto planteada, los efectos actuales de la biorremediación en el suelo usado o acumulado por desechos se puedan probar estadísticamente para verificar que es menor o igual a la validez que están establecidos en el ECA suelo o ERSA, de acuerdo a la guía que corresponda.

Para espacios de contaminación de manera regular menores a 1 000 m²

Se recolectarán muestras del área contaminada con una forma regular de un cuadrado, realizando 4 puntos, las cuales serán 1 por cada lado del cuadrado y una en el punto centro del área, que en total se ocuparán 5 puntos y 5 muestras

Figura 4

Ubicación de puntos de las unidades



NOTA: Guía para el Muestreo de Suelos / Ministerio del Ambiente. Dirección General de Calidad Ambiental., (2014)

Para muestras superficiales

Se realizarán calicatas en cada punto, con una profundidad de 30 cm, de tipo manual. Se usará este sistema porque es fácil, rápido de usar y de bajo costo, también siendo poca la cantidad de suelo que se puede extraer con esa técnica, y se usará la técnica del cuarteo para las muestras.

Figura 5

Técnica del cuarteo para recolección de muestras



NOTA: Guía para el Muestreo de Suelos / Ministerio del Ambiente. Dirección General de Calidad Ambiental., (2014)

Por cada calicata se tomará 2 muestras de suelo, con la condición de que una muestra será evaluada por el laboratorio antes de la biorremediación, la segunda muestra pasará por un tratamiento para poder empezar con la biorremediación de la planta *Lupinus mutabilis*, ya que cada muestra se colocara en maceteros y se sembraran la planta para poder ver la etapa final de la biorremediación para poder conocer la capacidad biorremediadora de la planta en suelos.

Manejo de las muestras

A partir de la toma de las unidades de estudio hacia el laboratorio, debe de pasar por ciertos aspectos, para así poder preservar sus propiedades se deben de seguir los protocolos desarrollados en el laboratorio.

Materiales para la custodia y transporte de las unidades de estudio

- Envases donde se van a mover las unidades serán en bolsas de polietileno que son irrompibles y que contiene cierre que evitara reacciones químicas y perdidas de evaporación.
- Las muestras estarán en un cooler o algo similar al cooler donde la temperatura debe ser 6°C, no se usarán ningún tipo de químicos.
- El contenedor deberá tener como máximo de 1kg, para poder ocupar así poder ocupar más los espacios vacíos.

Etiquetado

- Las etiquetas se colorarán en cada muestra, de la manera más visible que se pueda para así evitar su perdida, ya que será pegado en la parte frontal.
- Cada etiqueta contendrá información netamente necesaria de la muestra, como lugar, fecha, código de identificación y el nombre el nombre de la investigación.
- Se usó plumón indeleble para poner los datos de las muestras, ya que se lo hará inmediatamente tomada la muestra.

Ficha de muestreo

Ficha donde se tendrá que recoger toda la información adquirida en campo, las cuales se deben incluir las condiciones de cada punto de muestreo y la técnica de muestreo.

Cadena de custodia

La cadena de custodia deberá contener las siguientes:

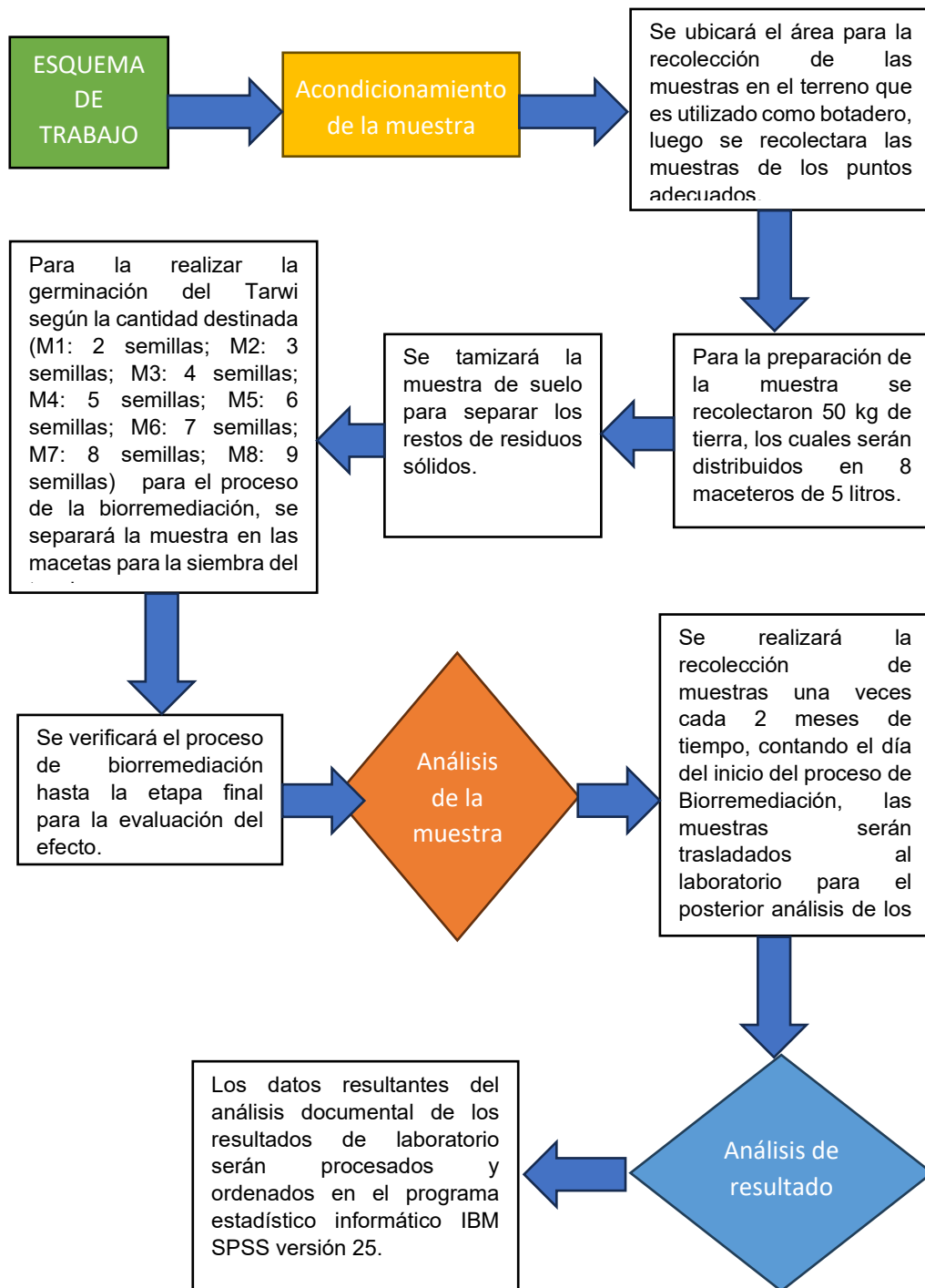
- El número de la hoja de custodia que te lo proporciona el laboratorio.
- Nombre del proyecto y el responsable
- Los puntos UTM
- Hora y fecha de la toma de las unidades.
- La dirección y el nombre del laboratorio.
- Entre otros
- Cada muestra deberá tener un original y 2 copias de cadena de custodia, desde la obtención, durante el traslado y hasta la entrega al responsable del laboratorio.
- El laboratorio deberá añadir la copia conjuntamente con los exámenes, ya que esta será firmada por el responsable del proyecto.

Termino de garantía de las muestras

- Evitar que las muestras no tengan un pretratamiento.
- Las muestras serán trasladadas con mucho cuidado para poder evitar el deterioro, ya que para eso se embolsarán y se inmovilizarán cada una de las muestras.
- El traslado debe ser máximo como 24 horas.
- Cada manipulación de las muestras se hará de forma adecuada y con los equipos adecuados para no alterar las muestras.
- El recipiente que contiene las muestras debe de tener la temperatura exacta.

Figura 6

Flujograma del diseño experimental



3.4. TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Se interpretarán los datos presentados en las tablas, se analizarán, presentarán y registrarán los gráficos estadísticos, así como los resultados y su discusión y conclusiones del estudio. Los resultados se compararán antes y después de la introducción de la planta, donde los resultados se analizarán e interpretarán como efectivos a lo largo de períodos de tiempo y se compararán en los mismos.

Procedimiento para la sucesión y análisis de la información.

Los datos resultantes del análisis documental de los resultados de laboratorio serán procesados y ordenados en el programa estadístico informático IBM SPSS versión 25. Se explicará los procesos estadísticos que verificarán las hipótesis.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTOS DE DATOS

Tabla 5

*Características físico químico antes y después del tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.*

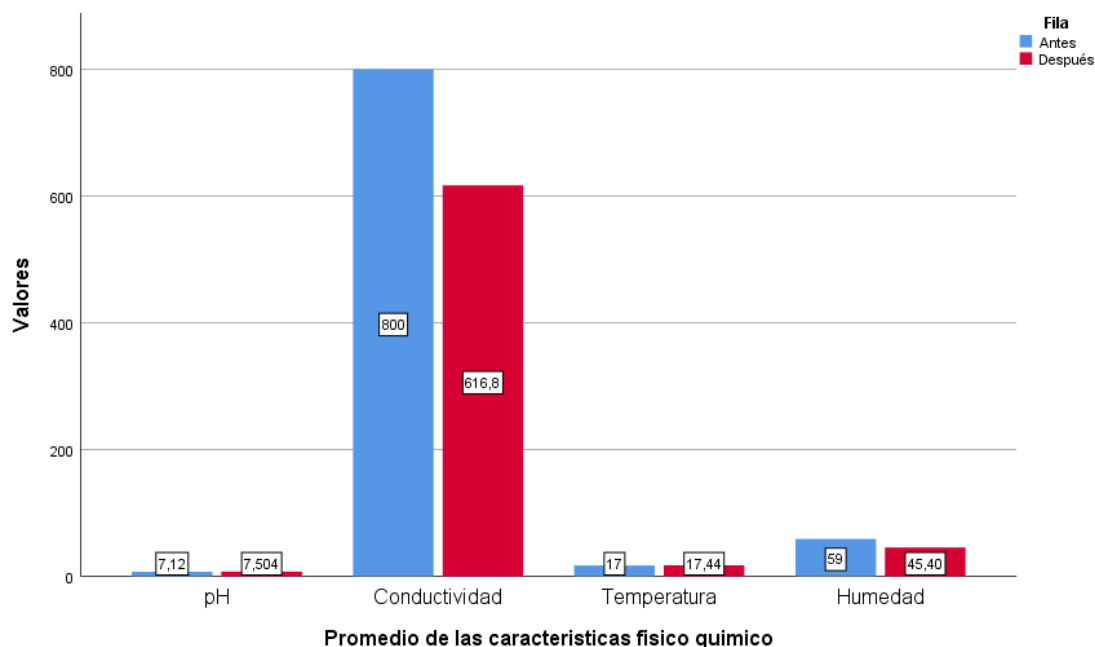
	pH			Conductividad			Temperatura			Humedad		
	X	SD	Var	X	SD	Var	X	SD	Var	X	SD	Var
Antes	7,12	.	.	800	.	.	17	.	.	59,0	.	.
Después	7,50	,17	,03	617	24	569	17	1	0	45,4	,5	,2

X: media SD: desviación estándar Var: varianza

Nota: en la tabla 1 se describe las características físico químico, siendo que el pH observa un incremento del valor promedio de 7.12 a 7.50 después del tratamiento, indicando una ligera alcalinización del suelo tras la aplicación de *Lupinus mutabilis*. En cuanto a la conductividad eléctrica, disminuye de 800 a 617 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual sugiere una reducción en la concentración de sales disueltas, probablemente asociada a la absorción o estabilización de metales pesados por la planta. La temperatura permanece constante (17 °C), lo que indica condiciones térmicas estables durante el proceso experimental. Y finalmente, la humedad disminuye de 59 % a 45.4 %, reflejando una reducción en el contenido de agua del suelo, posiblemente por la evapotranspiración de las plantas y las condiciones ambientales del ensayo.

Figura 7

*Características físico químico antes y después del tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Pano.*



Nota: en la figura 1 se describe las características físico químico, siendo que el pH observa un incremento del valor promedio de 7.12 a 7.50 después del tratamiento, indicando una ligera alcalinización del suelo tras la aplicación de *Lupinus mutabilis*. En cuanto a la conductividad eléctrica, disminuye de 800 a 617 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual sugiere una reducción en la concentración de sales disueltas, probablemente asociada a la absorción o estabilización de metales pesados por la planta. La temperatura permanece constante (17 °C), lo que indica condiciones térmicas estables durante el proceso experimental. Y finalmente, la humedad disminuye de 59 % a 45.4 %, reflejando una reducción en el contenido de agua del suelo, posiblemente por la evapotranspiración de las plantas y las condiciones ambientales del ensayo.

Tabla 6

Concentración de metales pesados antes y después del tratamiento biorremediador con Lupinus Mutabilis empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.

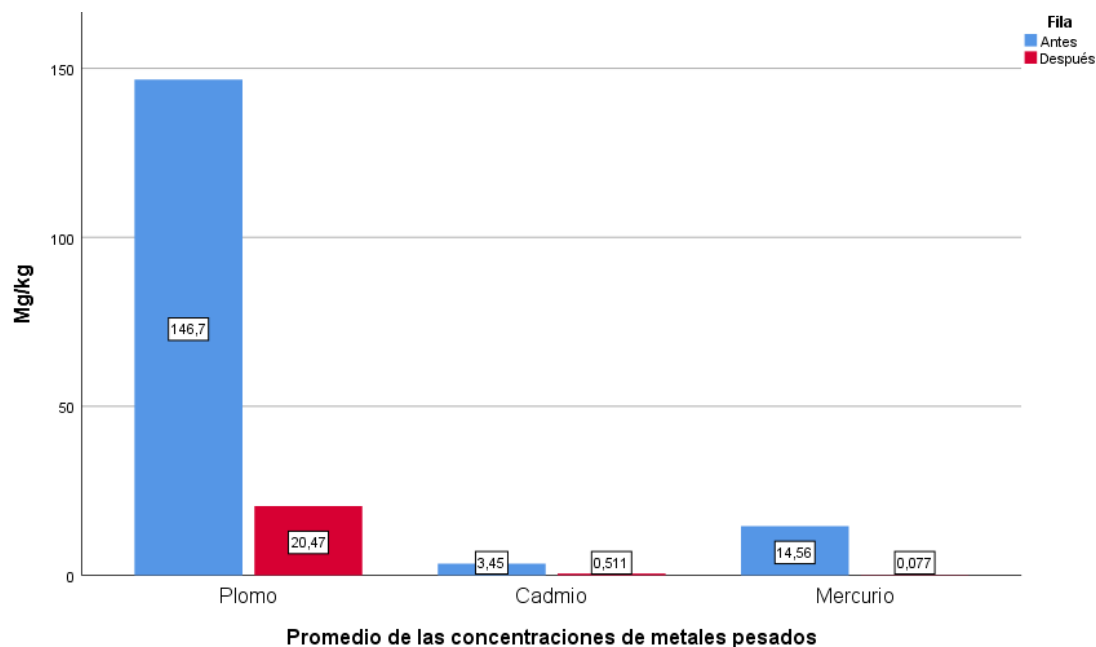
	pb			Cd			Hg		
	X	SD	Var	X	SD	Var	X	SD	Var
Antes	146,690	.	.	3,4500	.	.	14,5600	.	.
Después	20,468	,024	,001	,5113	,0006	,0000	,0773	,0002	,0000

X: media SD: desviación estándar Var: varianza

Nota: en la tabla 2 se describe las concentraciones de los metales pesado siendo que el Plomo (Pb) disminuyó de 146.69 mg/kg antes del tratamiento a 20.47 mg/kg después, evidenciando una reducción marcada de aproximadamente el 86%. En relación al cadmio (Cd) descendió de 3.45 mg/kg a 0.51 mg/kg, lo que representa una disminución superior al 85%, indicando una alta capacidad de extracción por Lupinus mutabilis. Finalmente, el Mercurio (Hg) disminuyó de 14.56 mg/kg a 0.077 mg/kg, equivalente a una reducción superior al 99%, demostrando una eficacia notable en la mitigación de este metal pesado

Figura 8

*Concentración de metales pesados antes y después del tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.*



Nota: en la figura 2 se describe las concentraciones de los metales pesado siendo que el Plomo (Pb) disminuyó de 146.69 mg/kg antes del tratamiento a 20.47 mg/kg después, evidenciando una reducción marcada de aproximadamente el 86%. En relación al cadmio (Cd) descendió de 3.45 mg/kg a 0.51 mg/kg, lo que representa una disminución superior al 85%, indicando una alta capacidad de extracción por *Lupinus mutabilis*. Finalmente, el Mercurio (Hg) disminuyó de 14.56 mg/kg a 0.077 mg/kg, equivalente a una reducción superior al 99%, demostrando una eficacia notable en la mitigación de este metal pesado

Tabla 7

*Concentración de metales pesados según tiempo en el tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.*

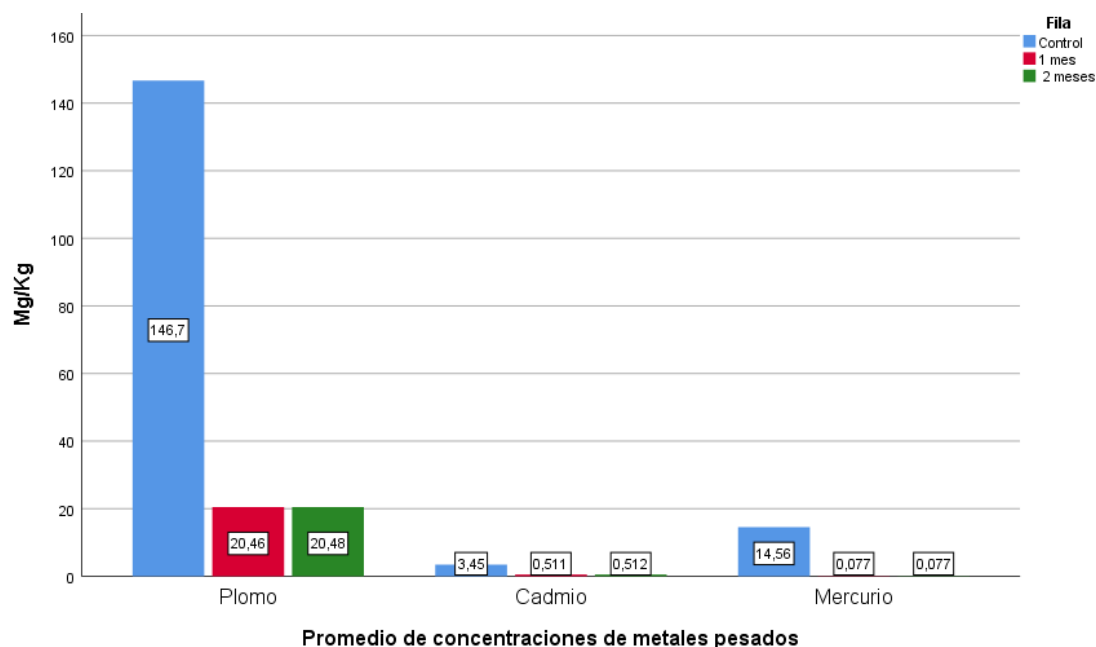
	pb			Cd			Hg		
	X	SD	Var	X	SD	Var	X	SD	Var
Control	146,69	.	.	3,450	.	.	14,560	.	.
1 mes	20,455	,030	,001	,5111	,0007	,0000	,0772	,0002	,0000
2 meses	20,480	,000	,000	,5116	,0000	,0000	,0774	,0000	,0000

X: media SD: desviación estándar Var: varianza

Nota: La Tabla 3 presenta los estadísticos descriptivos de las concentraciones de plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) en los suelos del botadero de Panao, evaluadas en tres momentos: En el momento control, las concentraciones promedio de los metales fueron elevadas: Pb = 146.690 mg/kg, Cd = 3.4500 mg/kg y Hg = 14.5600 mg/kg, sin evidenciar variabilidad (SD = 0). Tras un mes de tratamiento, se observó una disminución drástica en las concentraciones de todos los metales. El plomo se redujo a 20.455 mg/kg (SD = 0.030), el cadmio a 0.5111 mg/kg (SD = 0.0007) y el mercurio a 0.0772 mg/kg (SD = 0.0002). Al segundo mes, los valores promedio se mantuvieron prácticamente constantes (Pb = 20.480 mg/kg, Cd = 0.5116 mg/kg y Hg = 0.0774 mg/kg), lo que sugiere que la mayor remoción ocurrió durante el primer mes y que posteriormente las concentraciones alcanzaron un nivel de equilibrio o saturación biológica en la absorción de metales por la planta.

Figura 9

Concentración de metales pesados según tiempo en el tratamiento biorremediador con *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.



Nota: La figura 3 presenta los estadísticos descriptivos de las concentraciones de plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) en los suelos del botadero de Panao, evaluadas en tres momentos: En el momento control, las concentraciones promedio de los metales fueron elevadas: Pb = 146.690 mg/kg, Cd = 3.4500 mg/kg y Hg = 14.5600 mg/kg, sin evidenciar variabilidad (SD = 0). Tras un mes de tratamiento, se observó una disminución drástica en las concentraciones de todos los metales. El plomo se redujo a 20.455 mg/kg (SD = 0.030), el cadmio a 0.5111 mg/kg (SD = 0.0007) y el mercurio a 0.0772 mg/kg (SD = 0.0002). Al segundo mes, los valores promedio se mantuvieron prácticamente constantes (Pb = 20.480 mg/kg, Cd = 0.5116 mg/kg y Hg = 0.0774 mg/kg), lo que sugiere que la mayor remoción ocurrió durante el primer mes y que posteriormente las concentraciones alcanzaron un nivel de equilibrio o saturación biológica en la absorción de metales por la planta.

Tabla 8

Concentración de metales pesados según capacidad de Lupinus Mutabilis empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.

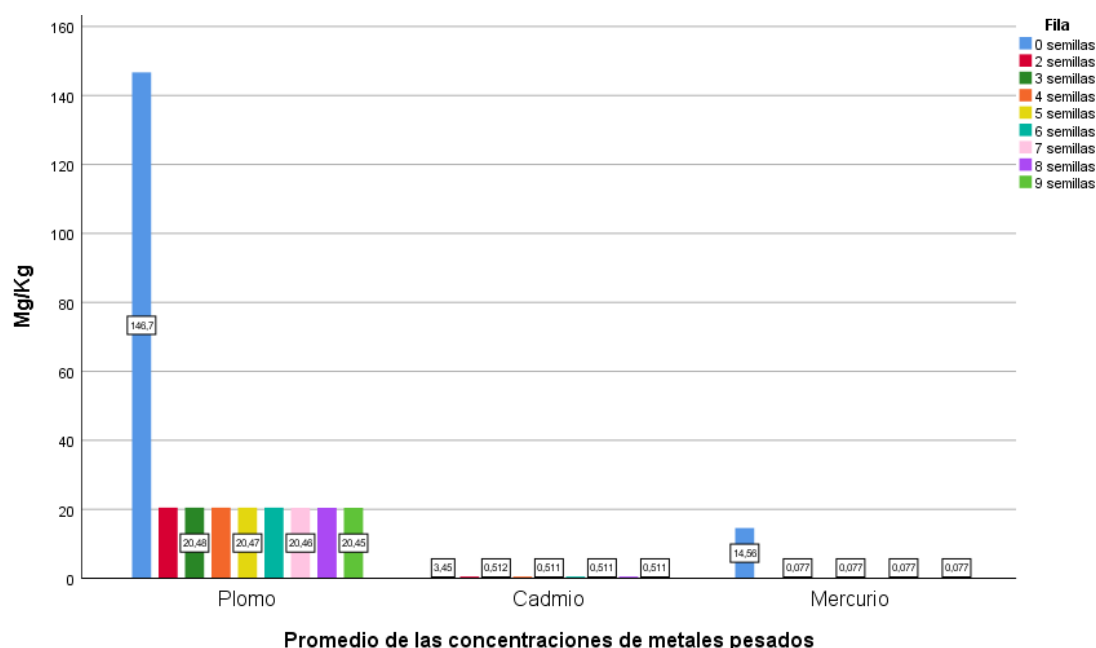
	pb			Cd			Hg		
	X	SD	Var	X	SD	Var	X	SD	Var
0 semillas	146,690	.	.	3,4500	.	.	14,56	.	.
2 semillas	20,489	,013	,000	,5119	,0004	,0000	,0774	,0001	,0000
3 semillas	20,483	,004	,000	,5117	,0001	,0000	,0774	,0000	,0000
4 semillas	20,477	,004	,000	,5116	,0001	,0000	,0774	,0001	,0000
5 semillas	20,471	,013	,000	,5114	,0003	,0000	,0773	,0001	,0000
6 semillas	20,465	,022	,000	,5113	,0005	,0000	,0773	,0002	,0000
7 semillas	20,459	,030	,001	,5111	,0007	,0000	,0772	,0003	,0000
8 semillas	20,453	,039	,002	,5110	,0009	,0000	,0772	,0004	,0000
9 semillas	20,446	,048	,002	,5108	,0011	,0000	,0771	,0004	,0000

X: media SD: desviación estándar Var: varianza

Nota: La Tabla 4 muestra los estadísticos descriptivos de las concentraciones promedio de plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) en los suelos del botadero de Panao, según el número de semillas de *Lupinus mutabilis* utilizadas en el tratamiento biorremediador. En la condición sin semillas (control), las concentraciones iniciales fueron elevadas: Pb = 146.690 mg/kg, Cd = 3.4500 mg/kg y Hg = 14.5600 mg/kg, sin variabilidad (SD = 0). A medida que se incrementó el número de semillas, se observó una reducción progresiva en la concentración de los tres metales, con valores que oscilaron entre 20.489 y 20.446 mg/kg para Pb, 0.5119 y 0.5108 mg/kg para Cd, y 0.0774 y 0.0771 mg/kg para Hg. Esta tendencia descendente fue más notoria en las primeras condiciones de siembra, manteniéndose luego relativamente estable conforme aumentó la densidad de plantas. La desviación estándar (SD) y la varianza (Var) mostraron valores mínimos en todos los casos, indicando alta homogeneidad en las mediciones y una disminución consistente de los metales con el incremento de la biomasa vegetal.

Figura 10

*Concentración de metales pesados según capacidad de *Lupinus Mutabilis* empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.*



Nota: La Tabla 4 muestra los estadísticos descriptivos de las concentraciones promedio de plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) en los suelos del botadero de Panao, según el número de semillas de *Lupinus mutabilis* utilizadas en el tratamiento biorremediador. En la condición sin semillas (control), las concentraciones iniciales fueron elevadas: Pb = 146.690 mg/kg, Cd = 3.4500 mg/kg y Hg = 14.5600 mg/kg, sin variabilidad (SD = 0). A medida que se incrementó el número de semillas, se observó una reducción progresiva en la concentración de los tres metales, con valores que oscilaron entre 20.489 y 20.446 mg/kg para Pb, 0.5119 y 0.5108 mg/kg para Cd, y 0.0774 y 0.0771 mg/kg para Hg. Esta tendencia descendente fue más notoria en las primeras condiciones de siembra, manteniéndose luego relativamente estable conforme aumentó la densidad de plantas. La desviación estándar (SD) y la varianza (Var) mostraron valores mínimos en todos los casos, indicando alta homogeneidad en las mediciones y una disminución consistente de los metales con el incremento de la biomasa vegetal.

4.1. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS

Tabla 9

Prueba de normalidad de metales pesados en los suelos contaminados del botadero de Panao.

	Shapiro-Wilk		
	Estadística	Gl	p-valor
Plomo	,263	17	,000
Cadmio	,263	17	,000
Mercurio	,262	17	,000
pH	0,989	17	,000
Conductividad	0,539	17	,000
Temperatura	0,632	17	,000
Humedad	0,360	17	,000

Nota: Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk muestran que las variables Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Conductividad eléctrica, Temperatura, pH y Humedad presentan valores de $p < 0,05$, lo que indica que no siguen una distribución normal. En consecuencia, para el análisis inferencial se utilizará la prueba estadística de wilcoxon.

Tabla 10

Efectividad del Lupinus mutabilis como agente biorremediador reduce significativamente la concentración de metales pesados (Pb, Cd y Hg)

		N	Rango promedio	Suma de rangos	Z	p-valor
Plomo Antes- después	Rangos negativos	17 ^a	9,00	153,00		
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00	-3,665	0,000
	Empates	0 ^c				
Cadmio Antes - Después	Rangos negativos	1 ^d	17,00	17,00		
	Rangos positivos	16 ^e	8,50	136,00	-2,850	0,004
	Empates	0 ^f				
Mercurio Antes - Después	Rangos negativos	1 ^g	17,00	17,00		
	Rangos positivos	16 ^h	8,50	136,00	-2,865	0,004
	Empates	0 ⁱ				

Nota: El signo de los rangos (negativos para Pb y predominancia de positivos para Cd y Hg) sugiere que, en todos los casos, las concentraciones de metales pesados se redujeron significativamente tras el proceso biorremediador, lo que evidencia la eficacia del *Lupinus mutabilis* en la mitigación de estos contaminantes. Los valores de $p < 0,05$ en los tres metales (Pb, Cd y Hg) indican diferencias estadísticamente significativas entre los momentos antes y después del tratamiento con *Lupinus mutabilis*. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula siendo que hubo efectividad del del *Lupinus mutabilis*.

Tabla 11

*Efectividad del *Lupinus mutabilis* como agente biorremediador reduce significativamente la concentración de características físico químico.*

		N	Rango promedio	Suma de rangos	Z	p-valor
pH Antes -Después	Rangos negativos	17 ^a	9,00	153,00		
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00	-3,622	0,000
	Empates	0 ^c				
Conductividad Antes - Después	Rangos negativos	17 ^d	9,00	153,00		
	Rangos positivos	0 ^e	,00	,00	-3,637	0,000
	Empates	0 ^f				
Temperatura Antes – Después	Rangos negativos	17 ^g	9,00	153,00		
	Rangos positivos	0 ^h	,00	,00	-3,729	0,000
	Empates	0 ⁱ				
Humedad Antes – Después	Rangos negativos	17 ^j	9,00	153,00		
	Rangos positivos	0 ^k	,00	,00	-3,695	0,000
	Empates	0 ^l				

Nota: Los resultados de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon evidencian que todas las variables evaluadas (pH, conductividad eléctrica, temperatura y humedad) presentan valores de $p < 0,05$, lo que indica diferencias estadísticamente significativas entre los momentos antes y después del tratamiento con *Lupinus mutabilis*. En conjunto, estos resultados confirman que el tratamiento biorremediador con *Lupinus mutabilis* modificó de manera significativa las propiedades físico-químicas del suelo, favoreciendo su estabilización y mejorando su calidad ambiental tras la reducción de metales pesados.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de este estudio demuestran que el cultivo de *Lupinus mutabilis* (tarwi) fue altamente eficaz para reducir las concentraciones de los metales pesados plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) en suelos del botadero de Panao, así como para modificar favorablemente ciertas propiedades físico-químicas del suelo.

Este hallazgo se alinea con estudios previos de lupinos en suelos contaminados: por ejemplo, investigaciones con *Lupinus albus* mostraron que sus raíces pueden alterar la fracción de metales en el suelo y reducir su movilidad (Martínez-Alcalá et al., 2010). También se ha documentado que especies del género *Lupinus* inoculadas con bacterias resistentes a metales han contribuido a la fitoestabilización de metales como Pb y As (Dary et al., 2010).

En la misma línea, con las investigaciones realizadas en Cajamarca y Puno también evidenciaron que *Lupinus mutabilis* puede reducir concentraciones de metales pesados en suelos mineros entre un 70 % y 90 % (Pérez et al., 2022; Salas Sucaticona, 2025). De forma similar, en Ecuador se ha reportado que la siembra de tarwi contribuye a la recuperación de suelos degradados por relaves mineros, debido a su adaptación a condiciones de pH alcalino y bajas temperaturas (Gómez et al., 2023). Estas coincidencias confirman que la especie no solo tiene potencial biorremediador, sino también una alta capacidad de resiliencia ecológica en ambientes andinos.

El mecanismo probable radica en la capacidad de *L. mutabilis* para absorber metales desde el suelo o alterar su disponibilidad mediante su sistema radicular y su rizosfera. Estudios han demostrado que la exudación de materia orgánica por raíces de lupino puede incrementar la concentración de carbono orgánico soluble en la rizosfera, lo que modifica la fracción de metales en el suelo (Martínez-Alcalá et al., 2009).

Asimismo, podrían estar relacionados con la capacidad de sus raíces para segregar exudados orgánicos, como ácidos cítricos y málicos, que facilitan la

solubilización y absorción de metales pesados (García et al., 2021). Además, la presencia de flavonoides y alcaloides característicos del género *Lupinus* actúa como agentes quelantes, lo cual reduce la toxicidad metálica y permite la acumulación controlada en tejidos radicales (Hernández & Valdivia, 2019).

Además de la remoción de metales, se observó mejoras en el pH (incremento de ~7,12 a ~7,50) y reducciones en la conductividad eléctrica, la humedad y la temperatura del suelo. Un aumento del pH puede favorecer la inmovilización de ciertos metales al precipitarse o adsorberse más firmemente en el suelo, lo cual puede corregir parcialmente la toxicidad del medio y mejorar la salud del suelo. Estas modificaciones concuerdan con el modelo de biorremediación que no solo remueve contaminantes, sino que también restablece condiciones edáficas favorables.

No obstante, algunos aspectos deben considerarse con precaución. Primero, aunque se observó una alta reducción de metales, el hecho de que el experimento se haya desarrollado en condiciones relativamente controladas (y posiblemente en un corto periodo) limita la extrapolación a largo plazo o a condiciones fuertemente variables en el campo. Tal como indican revisiones recientes, aunque la fitorremediación de metales pesados presenta resultados alentadores, aún está mayoritariamente confinada a estudios de laboratorio o invernadero y requiere mayor validación en campo (Acharya, Pérez & Maddox-Mandolini, 2023).

Desde un enfoque ambiental y de salud pública, la disminución significativa de Pb, Cd y Hg observada tras el tratamiento representa un avance relevante para la protección de la salud de la población expuesta. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) advierte que estos metales son bioacumulativos y pueden afectar el sistema nervioso y renal incluso a bajas concentraciones. Por tanto, la implementación de *L. mutabilis* en programas de recuperación de suelos contaminados podría contribuir a la reducción del riesgo toxicológico y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 15 “Vida de ecosistemas terrestres”.

En síntesis, este estudio confirma que *L. mutabilis* es una especie con gran potencial biorremediador en suelos contaminados con metales pesados, y que su aplicación puede generar efectos positivos adicionales en las propiedades del suelo

CONCLUSIONES

1. El cultivo de *Lupinus mutabilis* demostró una efectiva capacidad biorremediadora en los suelos contaminados del botadero de Panao, evidenciada por una reducción altamente significativa ($p < 0.05$) en las concentraciones de plomo, cadmio y mercurio después del proceso experimental.
2. Los valores promedio de plomo disminuyeron de 146,69 mg/kg a 20,47 mg/kg, el cadmio de 3,45 mg/kg a 0,51 mg/kg y el mercurio de 14,56 mg/kg a 0,077 mg/kg, lo cual confirma la eficacia del *Lupinus Mutabilis* en la fitoextracción de metales pesados presentes en el suelo.
3. Los parámetros fisicoquímicos del suelo mostraron variaciones asociadas al proceso de fitorremediación, registrándose un incremento del pH (de 7,12 a 7,50) y una disminución de la conductividad eléctrica, la humedad y la temperatura, indicando una mejora en las condiciones.
4. las concentraciones promedio de plomo (Pb), cadmio (Cd) y mercurio (Hg) según el número de semillas de *Lupinus mutabilis* utilizadas en el tratamiento biorremediador. En la condición sin semillas (control), las concentraciones iniciales fueron elevadas: Pb = 146.690 mg/kg, Cd = 3.4500 mg/kg y Hg = 14.5600 mg/kg, sin variabilidad (SD = 0). A medida que se incrementó el número de semillas, se observó una reducción progresiva en la concentración de los tres metales, con valores que oscilaron entre 20.489 y 20.446 mg/kg para Pb, 0.5119 y 0.5108 mg/kg para Cd, y 0.0774 y 0.0771 mg/kg para Hg. Esta tendencia descendente fue más notoria en las primeras condiciones de siembra, manteniéndose luego relativamente estable conforme aumentó la densidad de plantas.

RECOMENDACIONES

- Implementar proyectos piloto de biorremediación utilizando *Lupinus mutabilis* en otras áreas afectadas por contaminación con metales pesados, a fin de validar su eficacia en diferentes condiciones climáticas.
- Realizar monitoreos periódicos del suelo antes, durante y después del proceso de fitorremediación para evaluar la evolución de los parámetros fisicoquímicos y la acumulación de metales en los tejidos de la planta.
- Complementar el proceso de biorremediación con otras especies vegetales autóctonas que presenten características fitoextractoras o fitoestabilizadoras, con el propósito de potenciar la recuperación integral del suelo.
- Profundizar en el análisis de las partes de la planta (raíces, tallos, hojas y semillas) para determinar los niveles de acumulación de metales pesados y así definir con precisión el mecanismo de acción del tarwi en la absorción o estabilización de contaminantes.
- Promover políticas ambientales locales y regionales que incluyan la fitorremediación como una estrategia sostenible para la recuperación de suelos contaminados, priorizando el uso de especies nativas por su adaptación natural al entorno.
- Capacitar a comunidades campesinas y gobiernos locales en técnicas básicas de biorremediación, fomentando prácticas agrícolas ecológicas que contribuyan al manejo responsable de los recursos naturales y la reducción de impactos ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acharya, A., Pérez, E., & Maddox-Mandolini, M. (2023). The status and prospects of phytoremediation of heavy metals. *Environmental Science & Technology*, [preprint].
- Alcalá, J., Sosa, M., Moreno, M., Rodríguez, J., Quintana, C., Terrazas, C., & Rivero, C. (2009). Metales pesados en suelo urbano como un indicador de la calidad ambiental, Ciudad de Chihuahua, México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/428/42812317006.pdf>
- Amanda G. (2022) en su tesis titulada: fitorremediación de un suelo contaminado por glifosato mediante el uso de dos especies de plantas leguminosas en la provincia de Azuay. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/13470>
- Arribalzaga E.B. Interpretación de las curvas de supervivencia* Interpretation of survival curves. *Rev. Chil. Cirujía*. 2007;59(1):75–83.
- Castañeda, N. K. (2022). Bioacumulación de metales en cultivo de *Lupinus albus* L. emergentes en suelos contaminados [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30837>
- CLU-IN. (2018). Biorremediación. Recuperado de: <https://clu.in.org/techfocus/default.focus/sec/Bioremediation/cat/Overview/#pagetop>
- Chacón, M. y Marcatoma C. Revisión sistemática: Biorremediación de suelos contaminados por metales pesados (Pb, Cd, As, Ag, Cu, Ni, Zn) usando plantas nativas en zonas altoandinas (Universidad César Vallejo, 2021) <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/103046>

- Dary, M., Chamber-Pérez, M. A., Palomares, A. J., Pajuelo, E., & et al. (2010). Rhizostabilization of metals in soils using *Lupinus luteus* inoculated with the metal resistant rhizobacterium *Serratia* sp. MSMC541. *Journal of Hazardous Materials*, 177(1-3), 323-330. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.12.035>
- Di Salvo, L., Escobar Ortega, J., & Garcia, I. (2018). Ecología microbiana del proceso de compostaje de suelo contaminado con petróleo. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/135071>
- Erick y Bryan (2019) Quito-Ecuador, en su trabajo de investigación “Evaluación de la Eficiencia Fitorremediadora de *Lupinus pubescens*, *Plantago major* y *Scirpus californicus* en suelos contaminados con arsénico” de la universidad de Politécnica Salesiana sede Quito. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17488>
- Ferrer M. (2019) en su tesis titulada: Efecto de los EM (microorganismos eficaces) y levaduras en la degradación de residuos pecuarios, en condiciones del vivero forestal de la Esperanza, Huánuco de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5379>
- García, M., López, R., & Salvador, D. (2021). Root exudates and their role in metal uptake in leguminous plants. *Environmental Pollution Research Journal*, 12(3), 156-164.
- Gómez, C., Tene, M., & Brito, J. (2023). Potencial de *Lupinus mutabilis* en la restauración de suelos contaminados por relaves mineros en los Andes ecuatorianos. *Revista Andina de Ciencias Ambientales*, 8(2), 45-57.
- Haug, R. (25 de octubre de 2017). El manual práctico de la ingeniería del compost, *The Practical Handbook of Compost Engineering*, 1(752), 56- 58. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780203736234>

- Hernández, M., & Valdivia, R. (2019). Fitoextracción de metales pesados en leguminosas: mecanismos y perspectivas. *Revista de Ciencias Ambientales del Perú*, 15(2), 23-36.
- Jacobsen S.E., Mujica A., Jacobsen S-E., Mujica A. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Bot. Econ. los andes Cent. Univ. mayor San Andrés*. 2006;458–82.
- Jorge C. Hacia el año internacional de las legumbres (2016) hora de las leguminosas para la alimentación y la exportación. *Bol. Inf. virtual sobre Conserv. Ambient. Desarro. Sosten. y calidad de vida del Perú y el mundo Impacto+/-*. Lima-Perú; 2016;2(2):1.
- Jose Diaz y Simón Escobar (2019). Eficiencia del TARWI (*Lupinus mutabilis*) asistidos con *Bradyrhizobium* sp. Para la absorción de cadmio en suelos contaminados – Lima 2019 en la Universidad Cesar Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50464>
- Londoño Franco, L., Londoño Muñoz, P., & Muñoz García, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal, *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145- 153. DOI: 10.18684/BSAA(14)145-153
- Máxima Uriarte, J. (27 de octubre de 2021). Mercurio. Recuperado de: <https://www.caracteristicas.co/mercurio-metal/#ixzz7B1zvEwEd>
- Mayra Eleonora , B., & Gómez Rodríguez, A. (2015). Metales pesados (Cd, Cr y Hg): su impacto en el ambiente y posibles estrategias biotecnológicas para su remediación. *I3+*, (2), 82–112. DOI: <https://doi.org/10.24267/23462329.113>
- M. Ehsan, K. Santamaría-Delgado, A. Vázquez-Alarcón, A. Alderete-Chavez, N. De la Cruz-Landero, D. Jaén-Contreras y P. Augustine Molumeli En la revista española de investigaciones agrícolas: "*Phytostabilization of cadmium contaminated soils by Lupinus uncinatus*" *Schldl*"

https://www.researchgate.net/publication/237577111_Phytostabilization_of_cadmium_contaminated_soils_by_Lupinus_uncinatus_Schldl

Martínez-Alcalá, I., Clemente, R., & Bernal, P. (2010). Chemical and biological properties in the rhizosphere of *Lupinus albus* alter soil heavy metal fractionation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(8), 1809-1817. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2009.12.009>

Martínez-Alcalá, I., Clemente, R., & Bernal, P. (2009). Metal availability and chemical properties in the rhizosphere of *Lupinus albus* L. growing in a high-metal calcareous soil. *Water, Air, & Soil Pollution*, 199(1-4), 203-213. <https://doi.org/10.1007/s11270-008-9944-0>

Mendoza M. (2020) Capacidad fitorremediadora de la “alfalfa” *Medicago sativa* L. en suelos contaminados con plomo evaluada en dos etapas de crecimiento, Végueta, Huaura de la Universidad CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1072>

MINAM. (2013). Aprueban Guía para el Muestreo de Suelos y Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-guia-muestreo-suelosguia-elaboracion-planes-descontaminacion>

MINAM. (2015). Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en Sitios Contaminados. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/GUIA-ERSA-ALTA.compressed.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2014). Guía para el muestreo de suelos. Recuperado de:

<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DESUELOS-final.pdf>

Micó, C. 2005. Estudio de metales pesados en suelos agrícolas con cultivos hortícolas de la provincia de Alicante. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. Valencia. España. 508p.

Organización Mundial de la Salud. (2021). Metales pesados y salud ambiental. OMS, Ginebra.

Papuico, R. (2020). Fitorremediación de un suelo contaminado con cadmio, utilizando *Lupinus mutabilis* y estiércol de lombriz. Huancaní, Jauja. 2019. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, Universidad Continental, Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8548>

Perdomo, T. (24 de diciembre de 2018). Biorremediación: características, tipos, ventajas y desventajas. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/biorremediacion/>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2012). Materia orgánica. Recuperado de: <https://definicion.de/materia-organica/>

Pérez, A., Mamani, J., & Huamán, L. (2022). Evaluación del tarwi (*Lupinus mutabilis*) en la recuperación de suelos mineros contaminados por plomo. *Revista Peruana de Ingeniería Ambiental*, 7(1), 61-71.

Pinto Varón, D., & Sánchez Vargas, V. (2018). Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante la utilización de diferentes cepas bacterianas a escala de laboratorio. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15451/Proyecto%20de%20investigaci%C3%B3n%20Biorremediaci%C3>

%B3n%20de%20suelos%20contaminados%20por%20hidrocarburos%20median te%20la%20ut.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ríos A. y Sanchez L. (2022) en su tesis: “ Fitorremediación de cromo y cadmio en suelos del botadero Yacucatina, con siembra de frijol castilla, Tarapoto, 2021” en la Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89237>

San Martín, Y. (2011). Bioremediation: a tool for the management of oil pollution in marine ecosystems. *Biotecnología Aplicada*, 28(2), 69-76.

Supo, J., & Zacarías, H. (2020). Metodología de la Investigación Científica. (3ra edición) Bioestadístico EEDU EIRL.

Tapia M.E., Fries A.M. Guía de campo de los cultivos andinos. 1st ed. Fao; Anpe-Perú. FAO, Roma; ANPE, Lima: Junio 2007; 2007.

Vicente Martorell, J. (2020). Biodisponibilidad de metales pesados en dos ecosistemas acuáticos de la costa suratlántica Andaluza afectadas por contaminación difusa. Recuperado de: [https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15776/Tes_2010_06 .pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15776/Tes_2010_06.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Whittaker, R. (2010). Ecología. Recuperado de: <http://esiaticeco.blogspot.com/2016/02/conceptos-deecosistemas.html>.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ponce Tolentino M. (2026). Evaluación de la Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Pano – Pachitea 2025 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

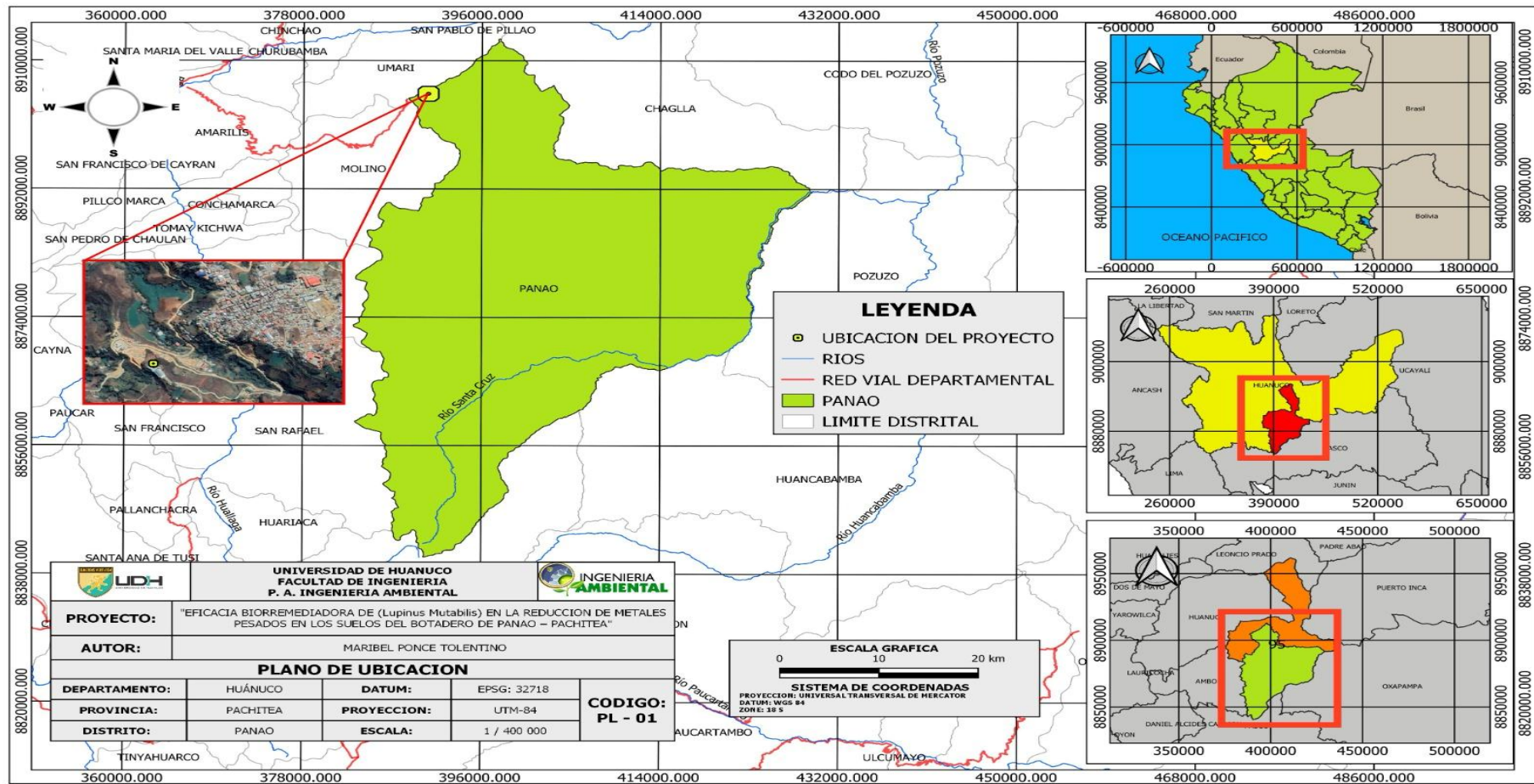
ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

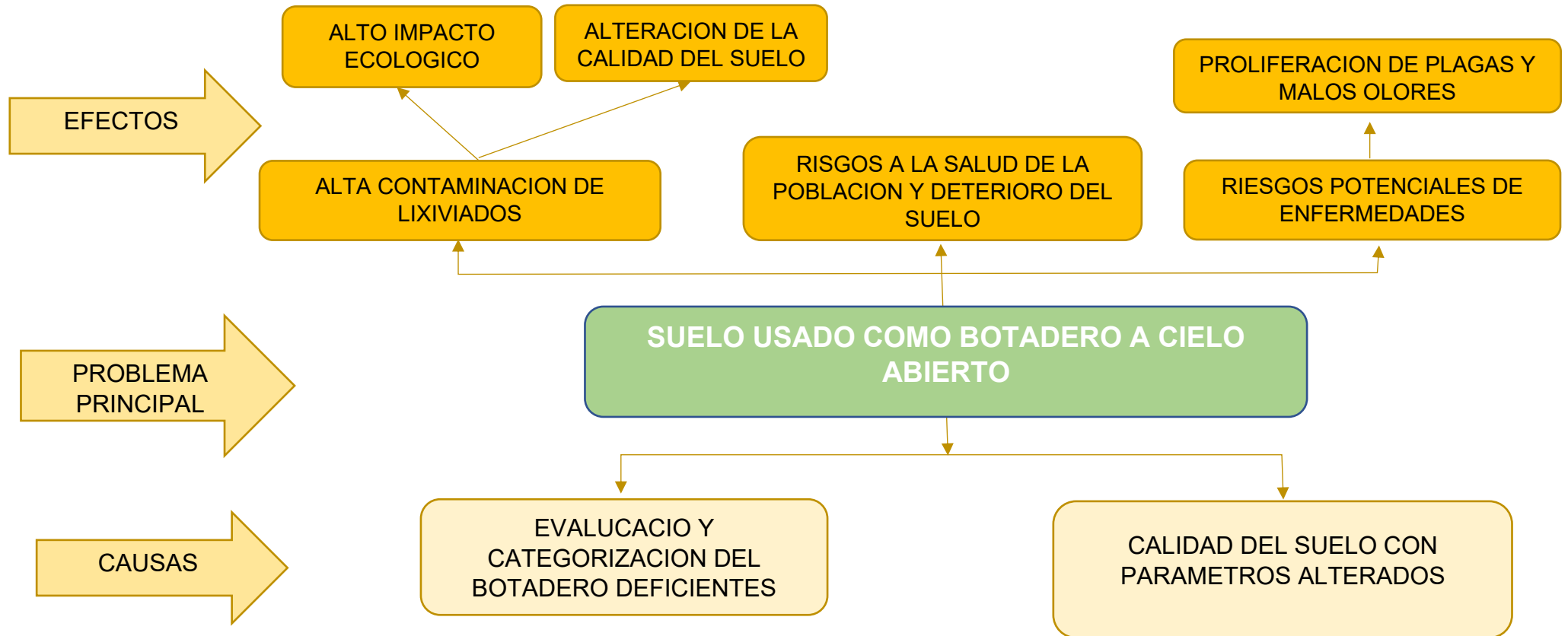
Titulo: “Evaluación de la Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao – Pachitea 2025”

Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variables/ indicadores	Metodología
¿Cuál es la eficacia biorremediadora de <i>Lupinus mutabilis</i> en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao?	Evaluar la eficacia biorremediadora de <i>Lupinus mutabilis</i> para la mitigación de metales pesados en suelos del botadero de Panao.	El estudio no lleva hipótesis por qué se va a medir antes y después la mejora en la calidad de suelos deteriorados por los metales pesados ya que realizan intervenciones con la finalidad de mejorar, en algún aspecto a las unidades de estudio, entonces de lo que se trata es de optimizar este resultado, ello corresponde a una estimación puntual.	Variable de calibración Biorremediación. Variable evaluativa Reducción de metales pesados Parámetros físicos: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Temperatura ❖ Humedad Parámetros químicos: <ul style="list-style-type: none"> ❖ PH ❖ Conductividad eléctrica (CE) Metales pesados: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Pb ❖ Cd ❖ Hg 	Tipo: Experimental, Prospectivo, Longitudinal, Analítico Enfoque: Cuantitativo Alcance o nivel: Aplicativo Diseño: Experimental Población: 1000 m2 de terreno del botadero. Muestra: 50 kg de suelos contaminados del botadero de Panao.
Problema específico	Objetivo específico			
¿Cuáles es la concentración de metales pesados (Pb, Cd y Hg) antes y después del tratamiento biorremediador con <i>Lupinus mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao?	Determinar la concentración de metales pesados (Pb, Cd y Hg) antes y después del tratamiento biorremediador con <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.			
¿Cuáles son los parámetros físicos (T° y humedad) y químicos (PH y conductividad eléctrica) antes y después del tratamiento biorremediador con <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao?	Evaluar los parámetros físicos (T° y humedad) y químicos (PH y conductividad eléctrica) antes y después del tratamiento biorremediador con <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.			
¿Cuál es la capacidad del <i>Lupinus Mutabilis</i> para la fitoextracción de metales pesados en el tratamiento biorremediador con <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao?	Analizar la capacidad del <i>Lupinus Mutabilis</i> para la fitoextracción de metales pesados en el tratamiento biorremediador con <i>Lupinus Mutabilis</i> empleado en los suelos contaminados por metales pesados del botadero de Panao.?			

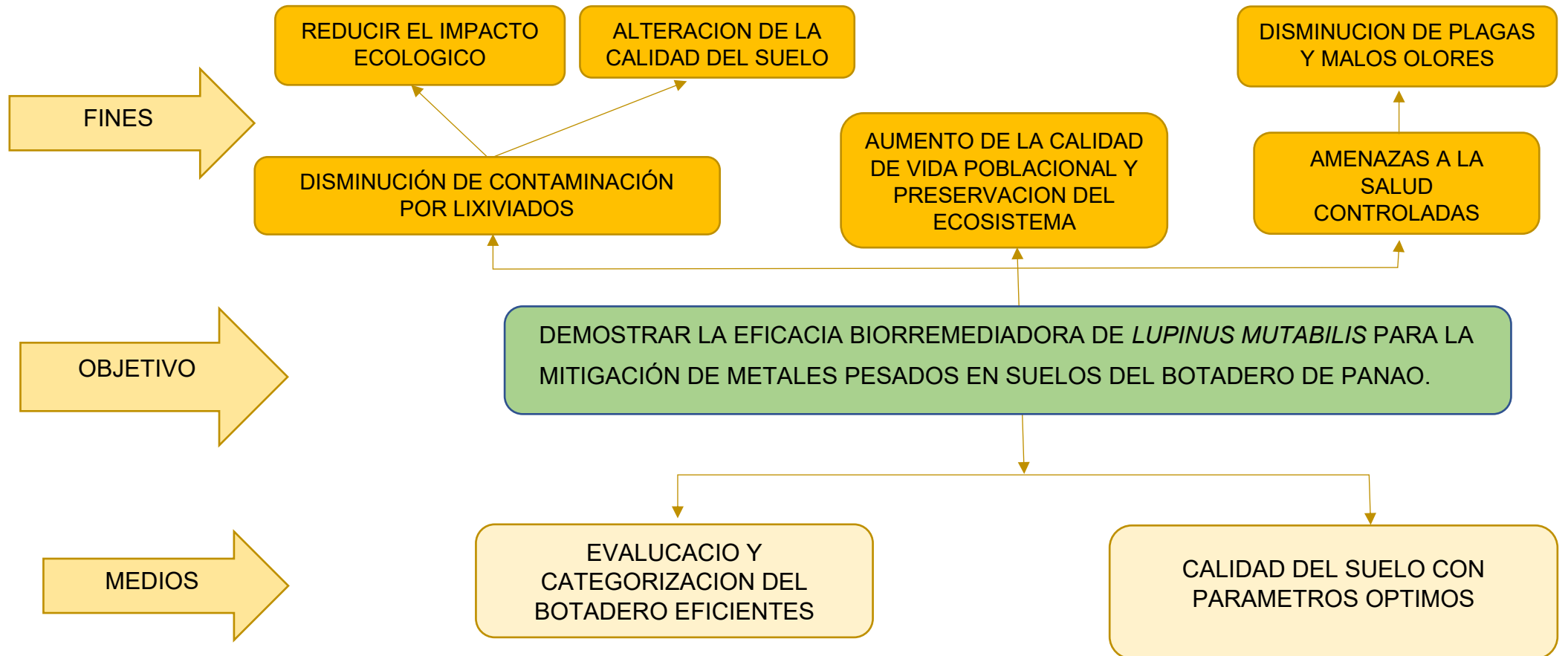
ANEXO 2 PLANO DE UBICACIÓN



ANEXO 3
ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



ANEXO 4
DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 5
PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía: Se realiza el reconocimiento del área.



Fotografía: Se realiza la toma de muestras.



Fotografía : Muestra total para el trabajo de la Biorremediación.



Fotografía : Se realiza el tamizado de la muestra de suelo, con la finalidad de separar los restos de residuos sólidos.



Fotografía : Calidad de suelo en el proceso de tamizado y antes de la Biorremediación.



Fotografía : Colocación de muestra en maceteros.



Fotografía : Colocación de muestra en maceteros.



Fotografía : Siembra de *Lupinus mutabilis* según las cantidades designadas.



Fotografía : Siembra de *Lupinus mutabilis* según las cantidades designadas.



Fotografía : Etapa media de la Biorremediación.



Fotografía : Verificación y evaluación del efecto de Biorremediación después de 2 meses.



Fotografía : toma de muestras después de 2 meses de la Biorremediación.



Fotografía : Etiquetado de muestras con códigos de cada maceta.



Fotografía : Etapa Final de la Biorremediación.



Fotografía : Etapa Final de la Biorremediación.



Fotografía: Etapa Final de la Biorremediación.



Fotografía: Verificación y evaluación del efecto de Biorremediación después de 4 meses en la etapa final.



Fotografía: Toma de muestras después de 4 meses en la etapa final de la Biorremediación.



Fotografía: Toma de muestras después de 4 meses en la etapa final de la Biorremediación.



Fotografía: Toma de muestras de la etapa final de la Biorremediación.



Fotografía: Etiquetado de muestras de la etapa final con códigos de cada maceta.



ANEXO 6

AUTORIZACIÓN PARA EL INGRESO DEL BOTADERO

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
PACHITEA
"El cambio lo hacemos todos"

SUB-GERENCIA DE
COMERCIALIZACIÓN, MEDIO
AMBIENTE, LIMPIEZA
PÚBLICA Y ORNATO

"Año de la
Recuperación y
Consolidación de la
Economía Peruana"

AUTORIZACIÓN N°018-2025-SCMALPYO-MPP

LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PACHITEA, A TRAVÉS DE LA GERENCIA DE MEDIO AMBIENTE Y SERVICIOS PÚBLICOS Y LA SUB-GERENCIA DE COMERCIALIZACIÓN, MEDIO AMBIENTE, LIMPIEZA PÚBLICA Y ORNATO:

VISTO:

La SOLICITUD N°008038, de folio N°02, registro de la SCMALPYO N°429, del 03 de abril del 2025, presentado por el Srta. MARIBEL PONCE TOLENTINO, identificado con DNI N° 72089010 respecto a la solicitud de LA AUTORIZACIÓN PARA EL INGRESO AL BOTADERO 11 AMIGOS PARA FINES ADEMICOS que se llevara a cabo en transcurso de estos meses (Abril o Mayo); refiere ser natural del Distrito de Panao; estando en trámite el expediente; esta Gerencia y Sub Gerencia en uso de sus facultades administrativas conferidas:

AUTORIZA:

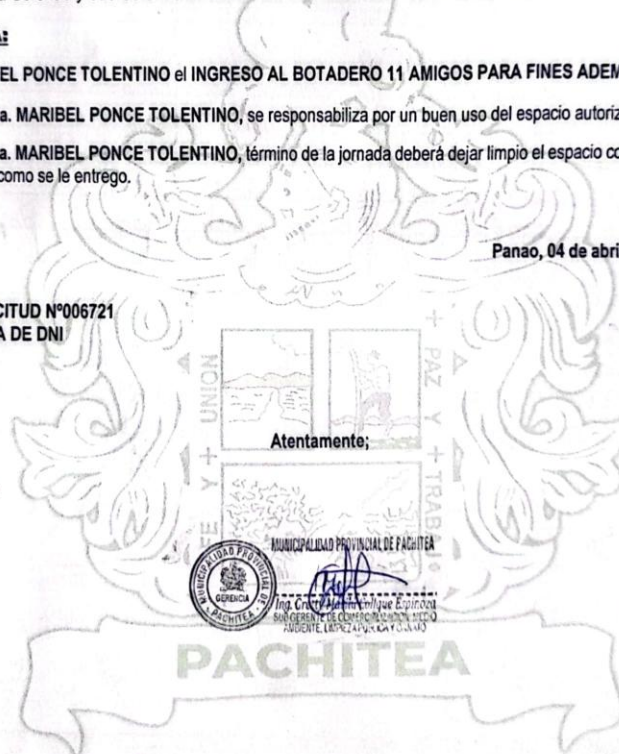
Al Srta. MARIBEL PONCE TOLENTINO el INGRESO AL BOTADERO 11 AMIGOS PARA FINES ADEMICOS.

1. El Srta. MARIBEL PONCE TOLENTINO, se responsabiliza por un buen uso del espacio autorizado.
2. El Srta. MARIBEL PONCE TOLENTINO, término de la jornada deberá dejar limpio el espacio concedido, al igual como se le entrego.

Panao, 04 de abril del 2025.

ADJUNTO

- ↓ SOLICITUD N°006721
- ↓ COPIA DE DNI



ANEXO 7

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS ENVIADAS A LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-099



INFORME DE ENSAYO N° 000164962

CLIENTE:	PONCE TOLENTINO MARIBEL
DOMICILIO LEGAL:	()
REFERENCIA CLIENTE:	MS-PRE1
CÓDIGO TYPESA:	000151458
MATRIZ:	Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Cotización N° 00020014410 Monitoreo realizado por TYPESA Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (Lupinus mutabilis) en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao - Pachitea 2024.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:	PNTE-LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:	Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:	N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA:	17/11/2024 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN:	22/11/2024
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	22/11/2024 - 5/12/2024

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES TOTALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22473	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0742	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.533	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	307.8	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.046	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0161
Boro	mg/kg	7.041	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0379
Cadmio	mg/kg	0.5136	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3099	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.9412
Cobalto	mg/kg	20.60	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.18	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.28	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0198
Estaño	mg/kg	2.300	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.1169
Estroncio	mg/kg	24.12	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36265	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.4553
Litio	mg/kg	8.042	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0146

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC. Las muestras serán conservadas de acuerdo con el periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. El laboratorio TYPESA no se responsabiliza del origen o fuente de las muestras y su información cuando es proporcionada por el cliente.

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

LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typesa.com

INFORME DE ENSAYO N° 000164962

CLIENTE:	PONCE TOLENTINO MARIBEL
DOMICILIO LEGAL:	()
REFERENCIA CLIENTE:	MS-PRE1
CÓDIGO TYPSA:	000151458
MATRIZ:	Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Cotización N° 00020014410 Monitoreo realizado por TYPSA. Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (Lupinus mutabilis) en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao - Pachitea 2024.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:	PNTE-LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:	Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:	N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA:	17/11/2024 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN:	22/11/2024
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:	22/11/2024 - 5/12/2024

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES TOTALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Magnesio	mg/kg	6821	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	562.2	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0777	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2170	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0168
Niquel	mg/kg	22.02	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0778	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.56	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7138	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	1.0191
Selenio	mg/kg	3.304	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	358.5	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	798.3	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3916	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	574.5	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0511
Vanadio	mg/kg	84.95	EPA Method 3051A Rev. 1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev. 1. January 1998	ICP-MS	0.0205

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC. Las muestras serán conservadas de acuerdo con el periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendarios después de la recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. El laboratorio TYPSA no se responsabiliza del origen o fuente de las muestras y su información cuando es proporcionada por el cliente.

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

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-099



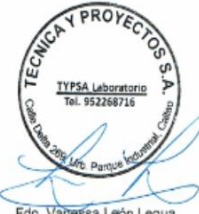
INFORME DE ENSAYO N° 000164962

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIBEL
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-PRE1
CÓDIGO TYPESA: 000151458
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00020014410
Monitoreo realizado por TYPESA
Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao - Pachitea 2024.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE-LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 17/11/2024 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/11/2024
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/11/2024 - 5/12/2024

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES TOTALES

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
Zinc	mg/kg	111.5	EPA Method 3051A Rev.1 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.0456

Callao, 5 de Diciembre de 2024



Fdo. Vanessa León Legua
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC. Las muestras serán conservadas de acuerdo con el periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. El laboratorio TYPESA no se responsabiliza del origen o fuente de las muestras y su información cuando es proporcionada por el cliente.
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
LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

MC2301-1

3/3

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

INFORME DE ENSAYO N° 000092025

CLIENTE: PONCETOLENTINO MARIBEL
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST1
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
Monitoreo realizado por LABECO.
Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del botadero de Panao - Pachitea 2025
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE-LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N.8905052.05 / E. 390049.93 Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 17/08/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/08/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/08/2025 - 05/09/2025

RESULTADOS ANALITICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22406	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0740	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5194	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.88	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0399	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0199	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5121	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3089.7	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	20.538	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.054	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1802	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labcoventas1@gmail.com / labcoeinformes@gmail.com

1 de 3

Revisión: 11

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS						
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.	
Estaño	mg/kg	2.2931	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156	
Estroncio	mg/kg	24.048	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607	
Hierro	mg/kg	36156	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543	
Litio	mg/kg	8.0179	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146	
Magnesio	mg/kg	6800.5	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061	
Manganeso	mg/kg	560.51	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214	
Mercurio	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159	
Molibdeno	mg/kg	0.2163	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168	
Níquel	mg/kg	21.954	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219	
Plata	mg/kg	0.0776	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135	
Plomo	mg/kg	20.498	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141	
Potasio	mg/kg	7116.6	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941	
Selenio	mg/kg	3.2941	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421	
Silicio	mg/kg	357.42	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901	
Sodio	mg/kg	795.91	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191	
Talio	mg/kg	0.3904	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140	
Titanio	mg/kg	572.78	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511	

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoeinformes@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	111.17	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	111.17	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Elleen Deza



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico

Lima 10 de setiembre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoeinformes@gmail.com

3 de 3
Revisión: 11

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

INFORME DE ENSAYO N° 000092025

CLIENTE: PONCEOLENTINO MARIBEL
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST2
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (Lupinus mutabilis) en la reducción de metales pesados en los suelos del hotelero de Panao - Pachitea 2025
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE.LTMO-06. Rev.03.Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 17/08/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/08/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/08/2025 - 05/09/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22392	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5167	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.69	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0386	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0157	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5118	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3087.8	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	20.526	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.028	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1602	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS						
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.	
Estaño	mg/kg	2.2917	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156	
Estroncio	mg/kg	24.033	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607	
Hierro	mg/kg	36134	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543	
Litio	mg/kg	8.0130	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146	
Magnesio	mg/kg	6796.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061	
Manganeso	mg/kg	560.18	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214	
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159	
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168	
Níquel	mg/kg	21.941	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219	
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135	
Plomo	mg/kg	20.486	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141	
Potasio	mg/kg	7112.3	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941	
Selenio	mg/kg	3.2921	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421	
Silicio	mg/kg	357.21	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901	
Sodio	mg/kg	795.43	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191	
Talio	mg/kg	0.3902	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140	
Titanio	mg/kg	572.43	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511	

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 2

Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS						
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.	
Vanadio	mg/kg	111.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205	
Zinc	mg/kg	111.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645	

Ellen Liliana Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 10 de setiembre de 2025.

- Nota 1:** El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
Nota 3: La(s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.
Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

INFORME DE ENSAYO N° 000102025

CLIENTE: PONCEENTINO MARIBEL
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST4
CÓDIGO : 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biomedicadora de (Lupinus mutabilis) en la reducción de metales pesados en los suelos del biofondo de Pámaco - Pachitea 2025
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNTE.LTMO-06. Retirada de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Pámaco - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 10/10/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/10/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/10/2025 - 22/10/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22385	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5153	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.60	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0135	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5116	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3086.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	21.092	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.016	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1502	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoeinformes@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS						
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.	
Estaño	mg/kg	2.2910	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156	
Estroncio	mg/kg	24.026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607	
Hierro	mg/kg	36124	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543	
Litio	mg/kg	8.0106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146	
Magnesio	mg/kg	6794.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061	
Manganeso	mg/kg	564.74	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214	
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159	
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168	
Níquel	mg/kg	21.934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219	
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135	
Plomo	mg/kg	20.480	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141	
Potasio	mg/kg	7110.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941	
Selenio	mg/kg	3.4789	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421	
Silicio	mg/kg	357.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901	
Sodio	mg/kg	795.19	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191	
Talio	mg/kg	0.3901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140	
Titanio	mg/kg	572.26	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511	

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 3

Revisión: 11

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	110.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	112.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico

Lima 22 de octubre de 2025.

Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.

Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".

Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.

Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".

Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.

Nota 6: Se adjunta el LB-F-13. Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoeinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000102025

CLIENTE: PONCELENTINIO MARBEL
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST3
CÓDIGO : 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (Lupinus mutabilis) en la reducción de metales pesados en los suelos del hotelero de Panao - Pachitea 2025.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNTE.LTMO-06. Rev.01bma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 10/10/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/10/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/10/2025 - 22/10/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS						
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.	
Aluminio	mg/kg	22385	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783	
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105	
Arsénico	mg/kg	4.5153	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154	
Bario	mg/kg	306.60	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236	
Berilio	mg/kg	2.0380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141	
Boro	mg/kg	7.0135	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350	
Cadmio	mg/kg	0.5116	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308	
Calcio	mg/kg	3086.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421	
Cobalto	mg/kg	20.520	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169	
Cobre	mg/kg	42.016	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165	
Cromo	mg/kg	33.1502	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198	

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2910	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36124	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6794.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	560.01	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.480	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7110.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.2911	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	357.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	795.19	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	572.26	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 2

Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	111.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	111.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Ellen Liliana Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 22 de octubre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
 Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
 Nota 3: La(s) muestra (s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
 Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
 Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
 Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.
 Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000092025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIABEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST11
CÓDIGO : 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (Lupinus mutabilis) en la reducción de metales pesados en los suelos del Instituto de Panao - Pachitea 2025
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNITE.LTMO.06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N.8905052.05 / E: 390049.93. Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 17/08/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/08/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/08/2025 - 05/09/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS						
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.	
Aluminio	mg/kg	22379	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783	
Antimonio	mg/kg	0.0738	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105	
Arsénico	mg/kg	4.5140	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154	
Bario	mg/kg	306.51	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236	
Berilio	mg/kg	2.0373	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141	
Boro	mg/kg	7.0115	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350	
Cadmio	mg/kg	0.5115	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308	
Calcio	mg/kg	3086.0	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421	
Cobalto	mg/kg	20.513	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169	
Cobre	mg/kg	42.003	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165	
Cromo	mg/kg	33.1402	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198	

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labcoeventas1@gmail.com / labcoinformes@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2903	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.019	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36113	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0081	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6792.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	559.84	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0773	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2161	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.928	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.474	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7108.0	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.2901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	356.99	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	794.95	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3900	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	572.09	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoeinformes@gmail.com

2 de 3

Revisión: 11

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D
Vanadio	mg/kg	111.03	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	111.03	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Elleen Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico

Lima 10 de setiembre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

INFORME DE ENSAYO N° 000092025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIBEL
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST11
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del boldero de Panao - Pachitea 2025.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE-LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N-8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 17/09/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/09/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/09/2025 - 05/09/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22365	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0737	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5113	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.32	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0360	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0073	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5112	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3084.1	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	20.501	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	41.978	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1202	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labcoventas1@gmail.com / labcoinformes@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2889	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.004	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36091	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0032	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6788.3	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	559.50	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0772	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2160	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.914	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0773	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.461	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7103.7	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.2881	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	356.78	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	794.47	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3898	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	571.74	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoeinformes@gmail.com

2 de 3

Revisión: 11

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	110.96	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	110.96	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Ellen Liliana Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico

Lima 10 de setiembre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

3 de 3
Revisión: 11

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000092025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIBEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST11
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del Instituto de Panoa - Pachitea 2025
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNTE.LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N°8905052.05 / E: 390049.93. Distrito de Panoa - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 17/08/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/08/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/08/2025 - 05/09/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22352	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0736	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5086	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.14	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0347	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0031	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5109	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3082.3	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	20.489	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	41.952	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1002	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2875	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	23.990	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36069	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	7.9983	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6784.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	559.16	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0771	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2159	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0772	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.449	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7099.5	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.2861	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	356.56	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	793.99	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3896	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	571.40	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 3

Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	110.90	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	110.90	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Elleen Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 10 de setiembre de 2025.

- Nota 1:** El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.
Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000092025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIABEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST11
CÓDIGO : 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del Instituto de Pano - Pachitea 2025
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNITE.LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
FECHA DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Pano - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 17/08/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/08/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/08/2025 - 05/09/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22338	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0735	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5059	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	305.95	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0334	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	6.9989	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3080.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	20.476	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	41.927	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.0802	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2861	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	23.976	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36047	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	7.9934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6780.1	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	558.83	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0770	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2158	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.888	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0771	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.437	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7095.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.2841	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	356.35	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	793.51	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3894	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	571.05	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 3
Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	110.83	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	110.83	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Elleen Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 10 de setiembre de 2025.

- Nota 1:** El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.
Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38
Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000092025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIBEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST11
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del hotelero de Panao - Pachitea 2025
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNTE.LTMO-06 Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
FECHA DE TOMA: 17/08/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/08/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/08/2025 - 05/09/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS						
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.	
Aluminio	mg/kg	22325	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783	
Antimonio	mg/kg	0.0734	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105	
Arsénico	mg/kg	4.5032	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154	
Bario	mg/kg	305.77	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236	
Berilio	mg/kg	2.0321	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141	
Boro	mg/kg	6.9947	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350	
Cadmio	mg/kg	0.5103	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308	
Calcio	mg/kg	3078.5	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421	
Cobalto	mg/kg	20.464	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169	
Cobre	mg/kg	41.902	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165	
Cromo	mg/kg	33.0602	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198	

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2847	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	23.961	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	7.9885	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6776.0	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	558.49	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0769	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2157	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.875	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0770	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.425	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7090.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.2821	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	356.13	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	793.03	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3892	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	570.71	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	110.76	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	110.76	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Elleen Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 10 de setiembre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

- Anexo 1: Condiciones de recepción.**
- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
 - La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
 - Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
 - Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
 - El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017, Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000092025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIBEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST11
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del Instituto de Pano - Pachitea 2025
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: PNITE.LTMO-06 Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
FECHA DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Pano - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 17/08/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 22/08/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 22/08/2025 - 05/09/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22311	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0733	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5005	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	305.58	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0308	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	6.9905	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5100	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3076.7	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	20.451	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	41.876	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.0402	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2833	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	23.947	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36004	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	7.9836	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6771.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	558.15	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0768	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2156	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Niquel	mg/kg	21.862	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0769	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.412	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7086.6	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.2801	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	355.92	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	792.55	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3890	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	570.36	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 3

Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	110.70	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	110.70	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Elleen Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 10 de setiembre de 2025.

- Nota 1:** El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.
Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017, Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000102025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIBEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST3
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo.
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del Instituto de Panao - Pachitea 2025.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNITE.LTMO-06 Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
FECHA DE TOMA: 10/10/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/10/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/10/2025 - 22/10/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22385	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5153	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.60	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0135	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5116	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3086.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	21.664	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.016	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1502	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2910	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36124	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6794.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	569.47	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.480	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7110.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.6667	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	357.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	795.19	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	572.26	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 3
Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	109.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	113.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Ellen Liliana Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 22 de octubre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

- Anexo 1: Condiciones de recepción.**
- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
 - La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
 - Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
 - Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
 - El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000102025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIABEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST3
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo.
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del hotelero de Panao - Pachitea 2025.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNTE.LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
FECHA DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93. Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 10/10/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/10/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/10/2025 - 22/10/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22385	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5153	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.60	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0135	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5116	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3086.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	22.236	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.016	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1502	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2910	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36124	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6794.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	574.21	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.480	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7110.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	3.8545	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	357.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	795.19	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	572.26	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 3
Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	108.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	114.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Elleen Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 22 de octubre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

- Anexo 1: Condiciones de recepción.**
- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
 - La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
 - Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
 - Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
 - El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000102025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIABEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST3
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo.
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del Hotelero de Panao - Pachitea 2025.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNTE.LTMO-06_Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8_Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
FECHA DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93 Distrito de Panao - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 10/10/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/10/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/10/2025 - 22/10/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22385	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5153	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.60	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0135	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5116	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3086.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	22.808	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.016	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1502	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2910	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36124	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6794.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	578.94	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.480	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7110.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	4.0423	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	357.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	795.19	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	572.26	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 3
Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	107.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	115.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Ellen Liliana Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 22 de octubre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

- Anexo 1: Condiciones de recepción.**
- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
 - La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
 - Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
 - Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
 - El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000102025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIABEL
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST3
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del Instituto de Pano - Pachitea 2025.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNTE.LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
FECHA DEL PUNTO DE MUESTREO: N°8905052.05 / E: 390049.93. Distrito de Pano - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 10/10/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/10/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/10/2025 - 22/10/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS						
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.	
Aluminio	mg/kg	22385	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783	
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105	
Arsénico	mg/kg	4.5153	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154	
Bario	mg/kg	306.60	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236	
Berilio	mg/kg	2.0380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141	
Boro	mg/kg	7.0135	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350	
Cadmio	mg/kg	0.5116	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308	
Calcio	mg/kg	3086.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421	
Cobalto	mg/kg	23.380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169	
Cobre	mg/kg	42.016	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165	
Cromo	mg/kg	33.1502	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198	

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2910	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36124	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6794.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	583.68	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.480	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7110.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	4.2301	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	357.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	795.19	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	572.26	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 3

Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	106.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	116.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Elleen Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 22 de octubre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

- Anexo 1: Condiciones de recepción.**
- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
 - La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
 - Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
 - Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
 - El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000102025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIBEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST3
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo.
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del hotelero de Pano - Pachitea 2025.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNTE.LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N:8905052.05 / E: 390049.93. Distrito de Pano - Provincia de Pachitea - Departamento de Huánuco
FECHA DE TOMA: 10/10/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/10/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/10/2025 - 22/10/2025

RESULTADOS ANALITICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22385	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5153	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.60	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0135	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5116	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3086.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	23.952	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.016	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1502	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
 SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2910	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36124	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6794.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	588.41	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Níquel	mg/kg	21.934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.480	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7110.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	4.4179	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	357.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	795.19	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	572.26	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

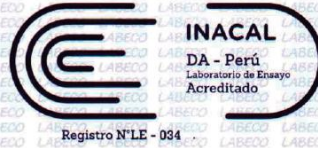
Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017, Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	105.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	117.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Ellen Liliana Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 22 de octubre de 2025.

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
- Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
- Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
- Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
- Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
- Nota 6: Se adjunta el LB-F-13: Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.

- Anexo 1: Condiciones de recepción.**
- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
 - La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
 - Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
 - Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
 - El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:
SAAM: APHA AWWWA WEF 8540 C 23rd Edition 2017. Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Médico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° 000102025

CLIENTE: PONCE TOLENTINO MARIBEL ()
DOMICILIO LEGAL: ()
REFERENCIA CLIENTE: MS-POST3
CÓDIGO: 10112025
MATRIZ: Suelo
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N° 00202510
 Monitoreo realizado por LABECO.
 Aproximadamente 1 Kg de muestra de suelo
 Nombre de proyecto: Eficacia Biorremediadora de (*Lupinus mutabilis*) en la reducción de metales pesados en los suelos del Hotelero de Panao - Pachitea 2025.
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS: PNITE.LTMO-06. Rev.03 Toma de muestras de suelos, lodos y sedimentos/ PG-LT-8. Rev.22 Plan de muestreo.
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: Despejado
FECHA DE TOMA: 10/10/2025 08:00:00 a.m.
FECHA DE RECEPCIÓN: 12/10/2025
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 12/10/2025 - 22/10/2025

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS					
parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Aluminio	mg/kg	22385	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1998	ICP-MS	0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0739	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 1999	ICP-MS	0.0105
Arsénico	mg/kg	4.5153	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2000	ICP-MS	0.0154
Bario	mg/kg	306.60	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2001	ICP-MS	0.0236
Berilio	mg/kg	2.0380	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2002	ICP-MS	0.0141
Boro	mg/kg	7.0135	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2003	ICP-MS	0.0350
Cadmio	mg/kg	0.5116	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2004	ICP-MS	0.0308
Calcio	mg/kg	3086.9	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2005	ICP-MS	0.9421
Cobalto	mg/kg	24.524	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2006	ICP-MS	0.0169
Cobre	mg/kg	42.016	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2007	ICP-MS	0.0165
Cromo	mg/kg	33.1502	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2008	ICP-MS	0.0198

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada. Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017. Surfactants: Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
 Surquillo - Lima
 Teléfonos: 983 400 892
 e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoeinformes@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

RESULTADOS ANALITICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Estaño	mg/kg	2.2910	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2009	ICP-MS	0.1156
Estroncio	mg/kg	24.026	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2010	ICP-MS	0.0607
Hierro	mg/kg	36124	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2011	ICP-MS	0.4543
Litio	mg/kg	8.0106	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2012	ICP-MS	0.0146
Magnesio	mg/kg	6794.4	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2013	ICP-MS	0.3061
Manganeso	mg/kg	593.14	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2014	ICP-MS	0.0214
Mercurio	mg/kg	0.0774	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2015	ICP-MS	0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.2162	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2016	ICP-MS	0.0168
Niquel	mg/kg	21.934	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2017	ICP-MS	0.0219
Plata	mg/kg	0.0775	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2018	ICP-MS	0.0135
Plomo	mg/kg	20.480	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2019	ICP-MS	0.0141
Potasio	mg/kg	7110.2	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2020	ICP-MS	1.0941
Selenio	mg/kg	4.6057	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2021	ICP-MS	0.0421
Silicio	mg/kg	357.10	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2022	ICP-MS	0.3901
Sodio	mg/kg	795.19	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2023	ICP-MS	1.0191
Talio	mg/kg	0.3901	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2024	ICP-MS	0.0140
Titanio	mg/kg	572.26	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2025	ICP-MS	0.0511

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017; Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labcoventas1@gmail.com / labcoinformes@gmail.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

2 de 3
Revisión: 11

LABECO
ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



Registro N° LE - 034

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

RESULTADOS ANALITICOS METALES PESADOS

parametro	unidad	resultado	metodo	tecnica empleada	L.D.
Vanadio	mg/kg	104.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2026	ICP-MS	0.0205
Zinc	mg/kg	118.07	EPA Method 3051A Rev.1 0.2783 February 2007 / EPA Method 6020A Rev.1. January 2027	ICP-MS	0.3645

Ellen Liliana Deza Montoya



Quim. Ellen Liliana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico
Lima 22 de octubre de 2025.

- Nota 1:** El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.
Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".
Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.
Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".
Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.
Nota 6: Se adjunta el LB-F-13. Cadena de Vigilancia correspondiente a este informe.
Anexo 1: Condiciones de recepción.

- Muestreo por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Suelo
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

SAAM: APHA AWWA WEF 5540 C 23rd Edition 2017; Surfactants. Anionic Surfactants as MBAS.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labcoventas1@gmail.com / labcoinformes@gmail.com

3 de 3
Revisión: 11