

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

“Efecto de especies silvestres ceticio (*Cytisus racemosa*), aliso (*alnus acuminata*), grama común (*Cynodon sp*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N°06 (Km 34+400) proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025”

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

AUTOR: Avila Solis, Luis Bernardo

ASESOR: Gámez Penadillo, Joel

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



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

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnológica

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74616251

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23018222

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

Código ORCID: 0000-0003-4228-565X

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Morales Aquino, Milton Edwin	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
2	Vasquez Baca, Yasser	Maestro en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Inga Caqui, Jhendy Milagros	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible	72361661	0009-0006-2217-1494



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 16:00 horas del día 22 del mes de setiembre 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. Yasser Vasquez Baca (Secretario)
- Mg. Jhenny Milagros Inga Caqui (Vocal)

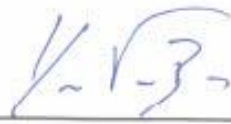
Nombrados mediante la **Resolución N° 1741-2026-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE ESPECIES SILVESTRES CETICIO (*Cytisus racemosa*), ALISO (*Alnus acuminata*), GRAMA COMUN (*Cynodon sp.*) EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO DEL DME N° 06 (KM 34+400) PROYECTO VIAL TRAMO I - HUANUCO - PUNTO UNION 2025"**, presentado por el (la) Bach. **AVILA SOLIS, LUIS BERNARDO** 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 13 y cualitativo de SUFICIENTE... (Art. 47)

Siendo las 17:15 horas del día 22 del mes de SEPTIEMBRE 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. Yasser Vasquez Baca
DNI: 42108318
ORCID: 0000-0002-7136-697X
Secretario


Mg. Jhenny Milagros Inga Caqui
DNI: 72361661
ORCID: 0009-0006-2217-1494
Vocal



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **LUIS BERNARDO AVILA SOLIS**, de la investigación titulada "**EFFECTO DE ESPECIES SILVESTRES CETICIO (Cytisus racemosa), ALISO (Alnus acuminata), GRAMA COMUN (Cynodon sp.) EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL SUELO DEL DME N° 06 (KM 34+400) PROYECTO VIAL TRAMO I - HUÁNUCO - PUNTO UNION 2025**", con asesor(a): **JOEL GAMEZ PENADILLO**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 0305-2024-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **23 %** 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, 09 de julio de 2026



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

Nota: La presente constancia tendrá una vigencia de cuatro (4) meses, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 09 de noviembre de 2026.

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1 es.wikipedia.org

Fuente de Internet

2 www.gestiriego.com

Fuente de Internet

3 repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

4 alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

5 www.grafiati.com

Fuente de Internet

6 ninos.kiddle.co

Fuente de Internet

7 www.tropicalcoast.net

Fuente de Internet

8 repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

9 distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

10 hdl.handle.net

Fuente de Internet

11 repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet



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

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a mi madre, por siempre creer en mí y brindarme su apoyo incondicional.

A mis hermanos por hacerme más perseverante en mis objetivos y poder mostrarles que todo es posible.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme las oportunidades y nunca desampararme, con la frase que siempre camino en la vida (nunca dejare de luchar, pero siempre a tu manera Dios) y a mi familia, sobre todo a mi mamá, por ser una persona esencial en la formación de mi carrera, por enseñarme que no existe dificultades o barrera que no se puedan superar.

A todos los profesionales que me dieron la oportunidad de crecer y desarrollarme en la carrera que desempeño.

A mi novia Lupe por creer en mí y siempre estar pendiente de muchas cosas que me ayudan a ser una gran persona.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPITULO I PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.3 OBJETIVO GENERAL	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	17
1.5.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	17
1.5.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	18
1.5.4 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	18
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	21
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	25
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	32
2.2 MARCO LEGAL	32
2.3 BASES TEÓRICAS.....	34
2.3.1 CETICIO (<i>Cytisus racemosa</i>)	34
2.3.2 ALISO (<i>Alnus acuminata</i>).....	37
2.3.3 GRAMA COMÚN (<i>Cynodon sp.</i>).....	40

2.3.4 PARÁMETROS PARA EVALUAR	43
2.3.5 REVEGETACIÓN: Métodos de revegetación en el suelo	45
2.3.6 DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE “DME”	50
2.3.7 LÍNEA BASE DE LA ZONA DE ESTUDIO: CARRETERA HUÁNUCO – LA UNIÓN “REVEGETACION DEL DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE N.º 06 (KM 34+400), PROYECTO VIAL TRAMO I”	55
2.4 SISTEMA DE HIPÓTESIS	59
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	59
2.5 SISTEMA DE VARIABLES	59
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	59
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	60
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	60
CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO	62
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	62
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	62
3.1.2 ENFOQUE.....	62
3.1.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	62
3.1.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	62
3.1.5 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	64
3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	65
3.2.1 MUESTREO DE CAMPO	66
3.2.2 MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS EN CAMPO:	66
3.2.3 PROCESO DE REGISTRO DE DATOS EN CAMPO:.....	66
3.2.4 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS:	67
3.3 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	67
CAPITULO IV RESULTADOS	68
4.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	68
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	85
CAPITULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	88
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas más frecuentes de revegetación.....	49
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variables	60
Tabla 3 Coordenada Geográfica, UTM, zona18S.....	64
Tabla 4 Área de influencia directa revegetada.....	65
Tabla 5 Especies usadas para la revegetación	65
Tabla 6 Evaluación del efecto de la especie silvestre Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) en los parámetros físicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025	68
Tabla 7 Evaluación del efecto de la especie silvestre Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) en los parámetros químicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025	69
Tabla 8 Evaluación del efecto de la especie silvestre Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>) en los parámetros físicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.....	70
Tabla 9 Evaluación del efecto de la especie silvestre Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>) en los parámetros químicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.....	71
Tabla 10 Evaluación del efecto de la especie silvestre Grama común (<i>Cynodon Sp.</i>) en los parámetros físicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.....	72
Tabla 11 Evaluación del efecto de la especie silvestre Grama común (<i>Cynodon Sp.</i>) en los parámetros químicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025	72
Tabla 12 Evaluación del efecto de la especie silvestre Grama común (<i>Cynodon Sp.</i>) en la concentración de plomo en el suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.....	73
Tabla 13 Análisis de las especies silvestres Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>), Aliso	

(<i>Alnus acuminata</i>), Grama común (<i>Cynodon</i> Sp.) en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025	74
Tabla 14 Prueba de normalidad de los datos con Shapiro-Wilk	84
Tabla 15 Prueba de hipótesis con H de Kruskal-Wallis	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plan de Revegetación.....	17
Figura 2 Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>)	35
Figura 3 Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	38
Figura 4 Grama Común (<i>Cynodon Sp</i>)	40
Figura 5 Huancapallac	55
Figura 6 Diseño de la investigación	63
Figura 7 Comparación de la humedad del suelo por especie	75
Figura 8 Comparación de la densidad aparente del suelo por especie	76
Figura 9 Comparación del porcentaje de arcilla en el suelo por especie	77
Figura 10 Comparación del pH del suelo por especie	78
Figura 11 Comparación del porcentaje de materia orgánica en el suelo por especie	79
Figura 12 Comparación del porcentaje de Nitrógeno en el suelo por especie	80
Figura 13 Comparación del fósforo disponible en el suelo por especie	81
Figura 14 Comparación del potasio disponible en el suelo por especie	82
Figura 15 Comparación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en el suelo por especie.....	83
Figura 16 Comparación de la concentración de plomo en el suelo por especie	84

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de las especies silvestres *Cytisus racemosa* (Ceticio), *Alnus acuminata* (Aliso) y *Cynodon sp.* (Grama común) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 del proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025. La metodología se basó en una investigación aplicada de diseño experimental, comparando un estado inicial degradado frente a parcelas instaladas con las tres especies tras el periodo de evaluación. Se analizaron parámetros físicos (humedad, densidad aparente, textura) y químicos (pH, C.E., materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, CIC y metales pesados como el Plomo). Los resultados demostraron que las tres especies se establecieron exitosamente, logrando una mejora notable en la humedad, que aumentó de 5.37% a niveles superiores al 40%, y una estabilización del pH hacia valores cercanos a la neutralidad (rango 6.76 - 7.12). Se confirmó la inocuidad del suelo para la revegetación, con niveles de Plomo (15.30 - 22.46 mg/Kg) inferiores a los límites ambientales permitidos (70 mg/Kg). El análisis estadístico fue prueba H de Kruskal-Wallis confirmó diferencias significativas ($p < 0.05$) principalmente en indicadores de textura (Arena, Limo, Arcilla), Potasio disponible y Plomo. Se concluye que las tres especies ejercen un efecto sinérgico en la rehabilitación del suelo. El Ceticio y la Grama común actúan como acondicionadores físicos, optimizando la porosidad y reduciendo la densidad aparente (1.27 - 1.28 g/cm³), mientras que el Aliso funciona como un enriquecedor químico al generar una mayor capacidad de retención de nutrientes (CIC de 15.26 cmol(+)/kg). Se identificó una deficiencia persistente en los niveles de materia orgánica y nitrógeno, la estrategia de revegetación propuesta resulta técnicamente eficaz para estabilizar el DME, recomendándose la implementación de enmiendas orgánicas complementarias para asegurar la sostenibilidad del ecosistema a largo plazo.

Palabras clave: Suelo, DME, especies silvestres, rehabilitación, parámetros físico - químicos, metales pesados.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the wild species *Cytisus racemosa* (Ceticio), *Alnus acuminata* (Aliso), and *Cynodon* sp. (Common Bermuda grass) on soil quality improvement at the Surplus Material Deposit (DME) No. 06 of the road project section I – Huánuco – Punto Unión 2025. The methodology was based on applied research with experimental design, comparing an initial degraded state against plots installed with the three species after the evaluation period. Physical parameters (moisture, bulk density, texture) and chemical parameters (pH, E.C., organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, CEC, and heavy metals such as Lead) were analyzed. Results demonstrated that all three species were successfully established, achieving a notable improvement in soil moisture, which increased from 5.37% to levels above 40%, and pH stabilization towards values near neutrality (range 6.76 - 7.12). The safety of the soil for revegetation was confirmed, with Lead levels (15.30 - 22.46 mg/kg) below the permissible environmental limits (70 mg/kg). Statistical analysis using the Kruskal-Wallis H test confirmed significant differences ($p < 0.05$), primarily in texture indicators (Sand, Silt, Clay), available Potassium, and Lead. It is concluded that the three species exert a synergistic effect on soil rehabilitation. *Cytisus racemosa* and *Cynodon* sp. act as physical conditioners, optimizing porosity and reducing bulk density (1.27 - 1.28 g/cm³), while *Alnus acuminata* functions as a chemical enricher by generating a greater nutrient retention capacity (CEC of 15.26 cmol(+)/kg). Although a persistent deficiency in organic matter and nitrogen levels was identified, the proposed revegetation strategy is technically effective for stabilizing the DME, and it is recommended to implement complementary organic amendments to ensure the long-term sustainability of the ecosystem.

Keywords: Soil, DME, wild species, rehabilitation, physicochemical parameters, heavy metals.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un componente fundamental, natural y finito del ambiente que desempeña funciones vitales para la sociedad y el planeta. Al albergar minerales, aire, agua, materia orgánica y microorganismos, es el soporte de procesos bióticos y abióticos esenciales. No obstante, este recurso enfrenta un deterioro creciente impulsado por actividades antropogénicas. En el Perú, la degradación del suelo es un problema crítico porque afecta millones de hectáreas. Bajo este contexto, se demuestra que existe una necesidad de implementar estrategias efectivas que permitan recuperar todos estos terrenos dañados en todo el país.

Dentro del rubro de construcción, particularmente en los proyectos viales, la gestión de los Depósitos de Material Excedente o conocido como la DME, representan un reto ambiental grande, dado que estas zonas suelen tener sustratos inertes y compactados que carecen de vida, más aún, cuando no se gestionan correctamente, tienden a provocar erosión, pérdida de fertilidad y fallas de estabilidad. Por esa razón, la revegetación resulta ser necesaria para poder mitigar todos aquellos daños presentados y restaurar la capacidad ecológica del suelo.

La investigación estudió la problemática sobre la calidad del suelo en el DME N° 06 (KM 34+400) del proyecto vial tramo I, localizado en la región de Huánuco, específicamente en Punto Unión. Asimismo, uno de los principales obstáculos que se identificó es que el marco normativo peruano carece de rangos específicos para medir los parámetros de fertilidad en suelos que se tienen en proceso de rehabilitación, lo que complica la evaluación estandarizada y de forma clara al respecto de la calidad del suelo en áreas de infraestructura.

Este actual estudio entrega información valiosa para entender cómo recuperar suelos afectados por los proyectos. Asimismo, se analizaron las propiedades del sustrato, las cuales están directamente asociadas al crecimiento de tres especies silvestres, tales como son: el Ceticio (*Cytisus racemosa*), el Aliso (*Alnus acuminata*) y la Grama común (*Cynodon sp.*).

Además, se contrastó ambientalmente el estado original del depósito frente a las mejoras tanto físicas y químicas logradas tras el sembrío de la vegetación dejando información clave para futuros proyectos sobre el cierre de pasivos ambientales.

El objetivo principal fue determinar el efecto de estas tres especies silvestres en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06. A diferencia de un análisis puramente descriptivo, esta investigación analizó cómo la presencia de la vegetación modificó parámetros críticos como la densidad aparente, la humedad y la capacidad de intercambio catiónico (CIC), partiendo de un sustrato degradado. Con este análisis, se buscó demostrar que la selección de especies pioneras es una herramienta técnica viable para transformar materiales de descarte en suelos biológicamente activos y estables.

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El suelo está constituido como un componente crucial del ambiente, natural y limitado, la cual funciona gracias a sus directrices que las compone como son los: minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que operan continuamente en escenarios bióticos y abióticos, desempeñando roles esenciales para la comunidad y la Tierra. (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, 2024) Asimismo, es esencial para el suelo, la tierra y las culturas; porque sustenta la existencia y las actividades humanas, asegurando así los derechos ecológicos de las generaciones actuales y venideras. No obstante, este valioso recurso corre el riesgo de llegar a deteriorarse y, tras este evento, su retorno es complicado, costoso, largo y a veces casi imposible; todos estos efectos, principalmente, tienden a ocurrir por los impactos antropogénicos en las diversas industrias modernas que impulsan y por la contaminación que lamentablemente avanza al ritmo del crecimiento poblacional.

Ahora bien, al hablar de los Depósitos de Material Excedente (DME's) en proyectos de edificación, conservación, mejora, mantenimiento y explotación de carreteras, nos referimos a áreas auxiliares en los proyectos que son: identificadas, clasificadas, verificadas, inspeccionadas, diseñadas, abiertas, conformadas y clausuradas. Su propósito es claro porque sirven para guardar o alojar diversos materiales que no se volverán a utilizar en el proyecto. (Romero Rojas, 2019)

En Perú y en múltiples naciones latinoamericanas, la normativa socio-ambiental se han vuelto muy estrictas, dictando y exigiendo los requisitos que deben satisfacer los DME's desde su fase inicial de planificación hasta su clausura definitiva. Dicho ello, cada uno de estos requisitos aparecieron para rescatar y superar todos aquellos desafíos que han llegado a surgir en diversos proyectos anteriores. (Romero Rojas, 2019).

Los terrenos aptos para la agricultura vienen a ser el recurso más escaso de la nación (un 7% del territorio) y que actualmente sufren graves amenazas por los procesos de deterioro, en especial se destacan: la salinización en la costa, la erosión gradual en la sierra y la descomposición de la fertilidad en la Amazonía. Asimismo, un total de 8 millones de hectáreas han sido catalogadas como profundamente erosionadas y 31 millones se encuentran situadas moderadamente. Además, se calcula que 22 248 100 hectáreas, o el 17.5% del territorio peruano, se encuentran en estado de degradación (MINAM, 2020). Un ejemplo claro, se presenta en la costa peruana, Piura y Lambayeque se encuentran entre los rincones más devastados por la desertificación derivada de la salinización.

La región de Huánuco, presenta en ejecución diversos proyectos a lo largo del departamento; así como viene a ser el desbroce del suelo y la tala de árboles; como viene a ser el proyecto de la carretera: Huánuco – Punto Unión de la investigación intitulado: “Efecto de especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) Grama común (*Cynodon sp.*), en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34+400), proyecto vial Tramo I- Huánuco - Punto Unión 2025”, el cual plantea el objetivo de: Determinar el efecto de las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) Grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025; cumpliéndose con la restauración vegetal inicialmente planteada; así mismo a nivel de sustrato recuperando sus propiedades fértiles y protegiéndolos de posibles deslizamientos y/o huaycos provocados por el desbroce en las diversas actividades de la ejecución del proyecto de carretera.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el efecto de las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*), Grama común (*Cynodon sp.*) en la

mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), ¿proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será el efecto de la especie silvestre Ceticio (*Cytisus racemosa*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400) en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?
- ¿Cuál será el efecto de la especie silvestre Aliso (*Alnus acuminata*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400) en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?
- ¿Cuál será el efecto de la especie silvestre Grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?
- ¿Cuál de las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*) Aliso (*Alnus acuminata*), Grama común (*Cynodon sp.*) presentara mejora en la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), ¿proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) Grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de la especie silvestre Ceticio (*Cytisus racemosa*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400) en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.
- Evaluar el efecto de la especie silvestre Aliso (*Alnus acuminata*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400) en el proyecto

vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025 en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.

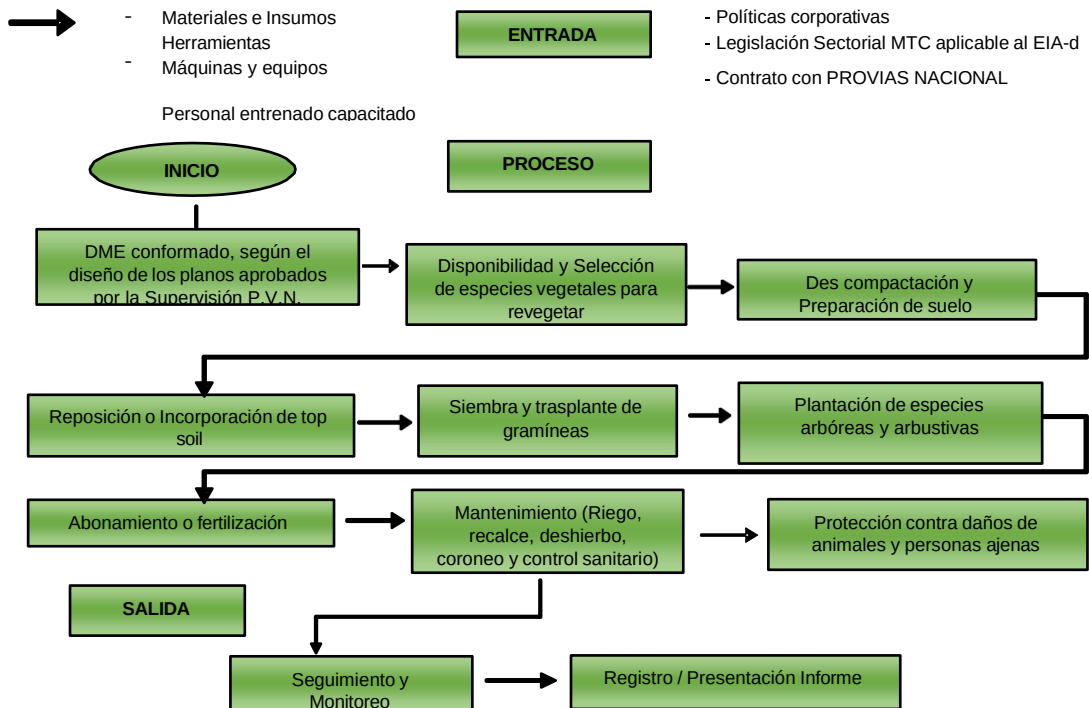
- Evaluar el efecto de la especie silvestre Grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34+400) en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.
- Analizar las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*), Grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Este actual proyecto de investigación titulado: “Efecto de las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) Grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), ¿proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?”, cuenta con el Plan de Revegetación, en donde se puede apreciar la siguiente figura N°01, donde se explica las etapas que comprende la misma. Se sabe que, este es un tema de gran importancia en la actualidad, pues el sector construcción ya sea en el sector carreteras; genera grandes cantidades de material suelto, los cuales deben recibir un tratamiento adecuado para su disposición final como es el caso del depósito de material excedente “DME’s” de magnitudes considerables; ya presenta un problema mayor; pues estas al no recibir un tratamiento adecuado puede generar escurrimiento de lixiviados, generando erosiones del suelo y a su vez pérdida de la capacidad de fertilidad asimismo; estos pueden generar desprendimiento debido a los factores climatológicos siendo más propensos en temporada de lluvias.

Figura 1

Plan de Revegetación



Nota: En la siguiente figura, se aprecia el proceso del Plan de revegetación y las etapas de esta. China Railway 20 Bureau Group Corporation, (2023).

1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La tesis permitirá recolectar datos reales y medibles, así como conocimientos acerca de la concentración de la Capacidad de Intercambio Catiónico “C.I.C.”, pH, Nitrógeno “N”, Fosforo “P”, Potasio “K”, Calcio “Ca”, Magnesio “Mg”, Sodio “Na”, Hidrogeno “H” y Conductibilidad Eléctrica “C.E.” en el proceso de la revegetación del depósito de material excedente N.º 56 (KM 34 + 400).

1.5.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Los resultados que serán obtenidos ayudarán a tomar mejores decisiones en el futuro respecto a la viabilidad de la revegetación con especies silvestres y la capacidad de recuperación de fertilidad del suelo; cabe recalcar que la información presentada estará sujeta al propio tesista; por el cual servirá como parte de una estrategia para alguna

entidad pública o privada; de esa manera pudiéndose regular y/o rehabilitar estos depósitos de material excedente “DME’s”.

1.5.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La tesis empleará técnicas científicas reconocidas a nivel académico, desde el método deductivo hasta el experimental; comenzando mediante pasos ordenados como la observación, luego el muestreo (toma de muestra de suelo “antes del tratamiento y después del tratamiento”) y por último el uso del programa estadístico (IBM SPSS V.23) que complementará y validará la información generada.

1.5.4 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

La presente investigación; no causará daño ni alteración al medio; más bien brindará información en tiempo real acerca del tratamiento del suelo con el uso de especies silvestres en la revegetación del “DME’s”, así como un análisis a detalle antes del tratamiento, durante y después para evidenciar las concentraciones de la Capacidad de Intercambio Catiónico “C.I.C.”, pH, Nitrógeno “N”, Fosforo “P”, Potasio “K”, Calcio “Ca”, Magnesio “Mg”, Sodio “Na”, Hidrogeno “H” y Conductibilidad Eléctrica “C.E.”, aportando así datos reales sobre la rehabilitación ambiental de estos suelos.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio enfrentó ciertas limitaciones metodológicas y de datos que influyeron en el alcance de sus conclusiones:

- Naturaleza observacional en las mediciones: La investigación se realizó bajo un diseño observacional con tomas de muestra de campo. Esto permitió observar las relaciones de causa y efecto directas sobre la mejora de la calidad del suelo a lo largo del tiempo debido a la presencia de las especies, así como observar tendencias o cambios secuenciales en las propiedades edáficas.

- Disponibilidad de parámetros biológicos: Los análisis de laboratorio no incluyeron mediciones para parámetros biológicos del suelo, lo que limitó una evaluación integral de la calidad del suelo desde una perspectiva ecológica.
- Información detallada del área de ocupación: La investigación no contó con datos específicos sobre el área exacta ocupada individualmente por cada especie dentro del DME, lo que restringió un análisis de su distribución espacial detallada.
- Marco normativo para la interpretación de fertilidad: En el momento de la investigación, no se contó con normativa peruana específica que estableciera rangos de concentración para la interpretación de parámetros de fertilidad de suelo. La interpretación de la calidad del suelo se basó en referencias internacionales y en la metodología interpretativa dispuesta por el laboratorio de la UNAS.
- Tamaño de muestra por grupo: El análisis estadístico se realizó sobre un número limitado de muestras por cada especie ($n=4$), lo cual pudo afectar la robustez estadística y la generalización de los hallazgos a una población más amplia.

1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación contó con una viabilidad favorable en sus aspectos operativo, económico y ambiental, tal como fue proyectado en su fase inicial.

- Viabilidad Operativa: El estudio dispuso de la colaboración de lugareños de la zona, quienes brindaron apoyo en la mano de obra para tareas de campo, lo que facilitó la realización de actividades de la investigación.
- Viabilidad Económica: Para la realización de este actual estudio, se contó con todos los recursos económicos y financieros necesario desde la primera fase de elaboración como para la ejecución exitosa del proyecto.

- Viabilidad Ambiental: La investigación se consideró ambientalmente viable, ya que su desarrollo no causó daños ni alteraciones al ambiente, la comunidad o los individuos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Madariaga, (2022). Chile. “Evaluación de prácticas de revegetación y conservación de suelos y aguas para la rehabilitación ambiental en el santuario de la naturaleza quebrada de la plata, región Metropolitana”. Tuvo como **objetivo**: examinar el éxito de las diferentes prácticas de revegetación y conservación de suelos y aguas para rehabilitar este espacio natural protegido del Santuario de la Naturaleza de Quebrada de la Plata. La **metodología**, consistió en aplicar la realización de diversas pruebas de revegetación, evaluando el impacto de cuatro tratamientos de campo en el establecimiento donde se probaron cuatro tratamientos específicos que incluyeron los siguiente: plantación lineal, plantación en clúster en sitios abiertos, plantación en clúster bajo legados biológicos y siembra directa. Obteniéndose como **resultado**, se concluye que el tratamiento demostrado mediante la siembra directa resultó ser el método menos efectivo, dado que llegó a presentar una mortalidad equivalente del 100%. Por el contrario, S. Candolleana, logró valores más elevados en términos de supervivencia, altura y diámetro que se presentaba hasta la altura del cuello en comparación con los demás tratamientos realizados. Seguidamente, V. Caven se destacó como aquella segunda especie que contó con una mayor supervivencia a través de técnicas aplicadas de PL y CBL. Se procede a la exposición de S. polygamus mediante el uso de PL. Posteriormente, se procede a la exposición de L. caustica mediante el uso de CBL. Q. saponaria se somete a la técnica de PL, mientras que C. odorífera se somete a la técnica de CBL. Con base a este panorama de los hallazgos, se sugiere la revegetación mediante las plantaciones, ya sea a través de CBL o PL, priorizando que se logren recuperar a las especies S. candolleana y V. caven debido a su mayor supervivencia, propiedades de leguminosa y su excelente adaptación sobre las condiciones del sitio.

Cantalejos, (2021). Argentina. "Estudio de la restauración pasiva de ecosistemas degradados por la actividad petrolera en las áreas de concesión Barrancas y La Ventana, provincia de Mendoza". Tuvo como **objetivo**: analizar cómo se restaura naturalmente el ecosistema en las antiguas piletas de lodos e hidrocarburos, tras un promedio comprendido de 24 meses desde su desecho. La **metodología**, estuvo basada en comparar la cobertura total y por estratos, la abundancia, la diversidad alfa, la equidad y la diversidad beta en comparación con un sitio natural del monte que sirvió como testigo sin afectación. En tanto, para la medición de la diversidad Alfa fue evaluada mediante los índices estadísticos de Shannon Wiener (H) y la diversidad Beta a través del Índice de Sorensen (S). Obteniéndose como **resultado**, se evidenció que únicamente las coberturas de arbustivas mostraron variaciones notables con el testigo. La cobertura total promedio en el "monte" fue equivalente a un $55,20 \pm 3,23\%$, mientras que en la "pileta" alcanzó un valor medio de $46,07 \pm 8,54\%$. Asimismo, las piletas estaban situadas en un 83,5% de la cobertura del testigo dos años después de la limpieza. En cuanto a la cobertura de arbustos, el "monte" tuvo una media que alcanzó los $42,34 \pm 1,70\%$, mientras que la "pileta" alcanzó una equivalente de media del $28,27 \pm 4,10\%$. En tanto, la cobertura promedio de gramíneas y herbáceas no graminosas fue un poco más baja en el "monte" que en la "pileta", aunque las diferencias no llegaron a ser significantes. En términos de diversidad, el "monte" presentó valores más altos en el Índice Shannon-Wiener, Equitatividad y Riqueza que la "pileta". La media del índice (H) fue de $1,50 \pm 0,26$ para la pileta y de $2,02 \pm 0,14$ para el monte. Para "pileta", la media del número de especies (riqueza) fue $12,60 \pm 1,83$; para "monte", en cambio, fue $15,00 \pm 2,21$. Finalmente, el Índice de Sorensen arrojó un valor que osciló entre 0,138 (mínimo) y 0,435 (máximo), con un promedio equivalente de 0,307. Esto confirma que no hay una alta similitud en ninguno de los pares de sitios y que existe un reemplazo de especies muy considerable debido al proceso de recuperación.

Almada, (2020). Argentina. “Efecto de la temperatura y la salinidad en la germinación de las especies *Echinopsis leucantha* y *Denmoza rhodacantha* para un uso potencial en actividades de restauración en la provincia de Mendoza”. Presentó como **objetivo** se propuso a investigar cómo la salinidad y la temperatura tienden a afectar la germinación de las semillas de dos especies de cactus autóctonas, las cuales están localizadas en la provincia de Mendoza, *Echinopsis leucantha* y *Denmoza rhodacantha*. Esto realizado con miras a un posible empleo en tareas de recuperación de suelos degradados. **Metodología:** consistió en realizar un ensayo de germinación bajo diferentes temperaturas. Además, las cajas de Petri con las semillas se llegaron a colocar en cámaras de crecimiento bajo temperaturas que abarcaban desde 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C y 50 °C. En cuanto al ensayo de salinidad, se introdujeron soluciones de cloruro de sodio en las cajas de Petri que contenían las semillas; las concentraciones empleadas fueron: 0,1 M (equivalente a una conductividad eléctrica de 12 dS/m), 0,2 M (25 dS/m) y 0,3 M (37 dS/m). Se utilizó agua destilada como testigo (0 dS/m). Los ensayos de germinación se realizaron durante 30 días. Obteniendo como **resultados**, se llegó a demostrar que la temperatura ideal para que ambas especies se geminen deben encontrarse entre los 20 °C y 30 °C. En lo que respecta al factor de salinidad, las semillas de *Echinopsis leucantha* germinan en el rango de 0 dS/m a 12 dS/m, mientras que las semillas de *Denmoza rhodacantha* lo hacen en un rango de 0 dS/m a 25 dS/m. Las semillas de ambas especies poseen una gran viabilidad y son fotoblásticas positivas. Los suelos del Carrizal tienen, además, un nivel de salinidad que llega a ser mayor al de los suelos de Cacheuta.

Broncano, (2023) Ecuador “Restauración ecológica con plantas nativas para la conservación de suelos erosionados en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi” La presente investigación tuvo como **objetivo** evaluar la restauración ecológica de suelos erosionados mediante el uso de especies vegetales nativas en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Para ello, se emplearon como **metodología** las especies aliso (*Alnus acuminata*),

malva (*Malva sylvestris*), tilo (*Sambucus nigra*) y retamo liso (*Genista monspessulana*), combinadas con la aplicación de abonos orgánicos como nutriabono, ecoabonaza y fertiplus. El experimento se estructuró bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), considerando 16 tratamientos con tres repeticiones, y se aplicó la prueba de Tukey al 5 % para las variables que presentaron diferencias estadísticamente significativas. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60, 90 y 120 días después de la implementación del ensayo. En cuanto al porcentaje de prendimiento, los mejores **resultados** se obtuvieron con los tratamientos retama + ecoabonaza y malva + fertiplus, alcanzando el 100 %. Respecto a la altura de planta, los mayores incrementos se registraron en los tratamientos retama + nutriabono y retama + ecoabonaza. El mayor diámetro del tallo se observó con la aplicación de nutriabono, mientras que el número de ramas fue superior en los tratamientos con ecoabonaza. Asimismo, el número de hojas destacó en la especie retama, y el mayor peso del suelo se registró en el tratamiento con tilo. En relación con el desarrollo radicular, la mayor longitud de raíz se presentó en los tratamientos con nutriabono, el mayor número de raíces secundarias en el tilo, el mayor volumen de raíz en el aliso y el mayor peso radicular en los tratamientos con ecoabonaza. En cuanto a las propiedades químicas del suelo, el pH disminuyó de 8,32 al inicio a 6,35 al final del estudio, especialmente en el tratamiento tilo + testigo. La materia orgánica aumentó de 2,21 % a 3,21 %, destacando el tratamiento aliso + testigo. Asimismo, se evidenció un incremento en los macronutrientes primarios, con aumentos de nitrógeno, fósforo y potasio, así como en los micronutrientes calcio y magnesio. En términos generales, la especie que mostró un mejor desempeño fue la retama en combinación con ecoabonaza, debido a la respuesta favorable observada tanto en el crecimiento vegetal como en la mejora de las propiedades del suelo, lo que evidencia su potencial para procesos de restauración ecológica en suelos erosionados.

Cuesta et al. (2022) en su artículo científico titulado “Revegetación natural de áreas afectadas por minería de oro en la selva pluvial tropical

del Chocó, Colombia”, con el **objetivo** de determinar la influencia del tiempo de sucesión ecológica y la proximidad al bosque de referencia sobre la estructura y composición de la vegetación. Para ello, realizó la **metodología** de inventarios florísticos en minas abandonadas con diferentes edades sucesionales (6, 10, 15, 19 y 24 años), estableciendo parcelas de muestreo de 2 × 50 m ubicadas a distintas distancias del ecotono bosque–mina.

Los resultados evidenciaron una alta riqueza florística, con el registro de alrededor de 300 especies distribuidas en 193 géneros y 75 familias. Sin embargo, la riqueza, diversidad y equitatividad mostraron variaciones limitadas entre los distintos tiempos de sucesión en las minas, siendo notablemente inferiores en comparación con el bosque natural de referencia. Asimismo, la composición de especies fue relativamente homogénea entre las minas evaluadas, pero presentó una baja similitud con el ecosistema natural circundante. **Resultado** donde la revegetación inicial en áreas afectadas por la minería está condicionada principalmente por la calidad del sustrato y por las estrategias reproductivas de especies pioneras, tanto herbáceas especialmente de las familias *Cyperaceae* y *Melastomataceae* como arbóreas, entre las que destacan *Cespedesia spathulata* y *Miconia reduces*, las cuales facilitan los procesos tempranos de recuperación vegetal.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Fernández, (2021). Lima. “Revegetación y reforestación de la plataforma DOM-1 del lote 116 ubicado en el departamento de Amazonas, Perú”. Tuvo como **objetivo**: llevar a cabo la recuperación de la revegetación y reforestación en un superficie superior de los 2.69 hectáreas de terreno mediante la plataforma establecida DOM 1, así como haber logrado establecer todas aquellas especies que no solo fueron directamente sugeridas por los instrumentos de gestión, sino también por todas aquellas que se habían hallado como predominantes durante el estudio de vegetación previo a las actividades desarrolladas

al respecto de la revegetación y reforestación. En cuanto a la ejecución de la **metodología** el autor estructuro un plan integral alineado con la reforestación y revegetación, asegurando además el diseño e instalación de un vivero temporal, la reforestación y revegetación controlada de los ejemplares en las áreas críticas, y el establecimiento de un protocolo de supervisión y monitoreo constante posterior al abandono de las instalaciones. Obteniéndose como **resultado**, el proyecto logró reforestar la meta establecida de una superficie de 2.69 ha en la plataforma DOM 1, a su vez, introduciendo un total de 3722 individuos repartidos estratégicamente en los 15 sectores establecidos. Además, se revegetó una extensión equivalente de 0.28 ha en todas las áreas periféricas correspondiente a los taludes y a las zonas intersectoriales, empleando para ello 2 especies rastreras y 1 arbustiva.

Paucar, (2020). Huancavelica. “Efecto de la revegetación con *Festuca dolichophylla* en la disminución de *Aciachne pulvinata* en un área de pastoreo de una comunidad campesina en la región de Huancavelica”. Tuvo como **objetivo**: evaluar la influencia al respecto de la revegetación con *Festuca dolichophylla* como parte de la estrategia ecológica para la disminución de la propagación de *Aciachne pulvinata* en aquellas zonas de pastoreo pertenecientes a la comunidad campesina de Pastales Huando, localizada directamente en el distrito de Ascensión. Para ello, se empleó una **metodología** que consistió en realizar un diseño experimental que fue ejecutado durante el periodo de 9 meses, el cual abarcó desde los primeros días del mes de febrero hasta los inicios del mes de noviembre del año 2018. Asimismo, para realizar el monitoreo respectivo, se delimitaron 12 parcelas en un área invadida de *Aciachne pulvinata* con 25 m² que las que contaba cada una en sectores, a su vez, en la mitad de estas unidades se procedió a la revegetación de esquejas de la *Festuca dolichophylla* empleando un distanciamiento de 50 cm, mientras que las 6 parcelas restantes no fueron revegetadas. Como **resultado** se obtuvo que, en el área con revegetación la cobertura de *Aciachne pulvinata* fue de 63,18% y a la evaluación final fue de 58,49%, con una media en las diferencias de -

4,69%; en las parcelas sin revegetación la cobertura de *Aciachne pulvinata* fue de 63,07% y a la evaluación final fue de 66,67% con una media en las diferencias de 3,60%. Se concluye que, la revegetación sí contribuye a la disminución de *Aciachne pulvinata*.

Quesada, (2020). Cajamarca. “Revegetación y reforestación en áreas afectadas por la minería en la localidad de Hualgayoco, Cajamarca”. Tuvo como **objetivo**: Revegetar y reforestar las áreas de las superficies afectadas por la actividad extractiva de la minería en la localidad de Hualgayoc. Para ello se empleó una **metodología** que consistió en un trabajo que fue estructurado en 2 líneas operativas principales, las cuales son la remediación de las áreas de terrenos disturbadas y el cierre técnico de componentes mineros. Asimismo, ambas reacciones contemplaron la revegetación combinada por una mezcla de pastos nativos y exóticos, así como se tenía la forestación con especies de alta adaptabilidad a la zona de trabajo, orientadas a rehabilitar las áreas que fueron expuestas y evitar que ocurran los procesos erosivos. En tanto, la intervención integró de una manera versátil aquellas prácticas tradicionales, como la andenería, hasta tecnologías modernas basadas en el despliegue de la geosintéticos ubicadas en zonas de alta complejidad donde no se puede realizar. Como **resultado** se obtuvo que, se logró un remedio de 59.41 ha de cobertura hectárea con pastos nativos y exóticos y respectivamente la instalación de 17 531.62 m lineales de barrera vivas compuestas por Quinales (*Polylepis racemosá*) y Ceticios (*Cytisus racemosa.*), los cuales lograron consolidar los suelos y disminuyeron la velocidad del agua de escorrentía superficial. Finalmente, el proyecto se consolidó con el cierre definitivo de (7.14 ha) correspondientes a los depósitos de materiales inadecuados.

Araoz, (2025) Lima “Revegetación con *schinus molle* l. en un depósito de material excedente (DME) en el centro poblado de palanca – Huánuco” El presente trabajo tuvo como **objetivo** exponer las actividades desarrolladas en la empresa TIPUANA S.A.C. en el marco

del desempeño del cargo de Supervisora de Campo, durante la ejecución del proyecto denominado “*Revegetación en la Central Hidroeléctrica Marañón*”, ubicado en el centro poblado de Palanca, región Huánuco. El objetivo principal del proyecto fue restaurar la cobertura vegetal del área correspondiente al Depósito de Material Excedente N.º 2 (DME 2), mediante la **metodología** de implementación de especies vegetales nativas o de crecimiento natural en el área de intervención. Como parte de la evaluación del proceso de revegetación, se analizó la respuesta al establecimiento de la especie arbórea *Schinus molle* L., considerando indicadores como la tasa de supervivencia y el incremento en altura de los individuos plantados. Luego de un año de la instalación y de la realización de monitoreos periódicos, se determinó que los **resultados** de los plántones establecidos en el DME 2 alcanzaron una supervivencia del 77,3 %. Asimismo, se registró un crecimiento promedio anual de 15,96 cm, lo que evidencia una adaptación favorable de la especie a las condiciones ambientales del área intervenida.

Collazos, (2024) Lima “Revegetación en una plataforma de depósito de material excedente en un matorral andino de la provincia de Huamalfes, Huánuco” El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del uso de aditivos sobre la supervivencia de las especies nativas *Baccharis latifolia* y *Dodonaea viscosa* en un Depósito de Material Excedente (DME) ubicado en un ecosistema de matorral andino de la región Huánuco, Perú. Como parte de la **metodología** de revegetación, se establecieron individuos de *Schinus molle* como árboles nodriza, alrededor de los cuales se trasplantaron cuatro arbustos de *B. latifolia* o *D. viscosa*. Los tratamientos aplicados incluyeron un control sin aditivos, hidrogel, hormonas hebraizantes y la combinación de ambos. La supervivencia de ambas especies fue evaluada luego de 13 meses posteriores al trasplante. Adicionalmente, a los 28 meses de la intervención se analizó la diversidad y composición florística del área revegetada, comparándola con una zona degradada y una zona conservada del matorral andino. Los resultados indicaron que la

aplicación de hidrogel y hormonas enraizantes no generó diferencias significativas en la supervivencia de *B. latifolia* y *D. viscosa*. No obstante, *B. latifolia* presentó una mayor tasa de supervivencia en comparación con *D. viscosa* tras las labores de revegetación. Asimismo, después de 28 meses transcurridos, la zona intervenida mostró una composición y diversidad florística más parecida a la zona degradada que a la zona conservada, por lo que, se muestra que la recuperación ecológica del área aún se encuentra en una fase inicial. En términos generales, se evidenció como **resultado** que es viable revegetar un DME empleando las especies *B. latifolia* y *D. viscosa*; sin embargo, el uso de aditivos no incrementa significativamente la supervivencia de las especies evaluadas. Se recomienda ampliar las investigaciones sobre el comportamiento de especies nativas en procesos de restauración de áreas andinas degradadas, fortalecer la participación y comunicación con las comunidades locales y realizar monitoreos a largo plazo de las áreas revegetadas.

Zumaran, (2022) Trujillo “Revegetación en el plan de cierre para la mejora de la calidad del suelo - minera Pierina, Huaraz 2022” La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la viabilidad de mejorar la calidad del suelo mediante la revegetación contemplada en el Plan de Cierre de la Minera Pierina, ubicada en la ciudad de Huaraz, a fin de rehabilitar el terrero afectado por alteraciones y deterioro en sus propiedades químicas como consecuencia de actividades mineras previas. El estudio corresponde a una investigación de tipo aplicada y explicativa, con un diseño cuasi experimental y un enfoque mixto, que integró el análisis cuantitativo y cualitativo. La recopilación de información se realizó a través de la revisión documental de la especificación técnica para coberturas (PR007019-112-11-0-0-14-SPC-0001 de MBP), complementada con el uso de herramientas de gestión y procesamiento de datos para la elaboración de cuadros estadísticos. Los resultados obtenidos a partir de las actividades de campo evidenciaron que la dosis óptima de hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$ para favorecer el establecimiento y desarrollo de la vegetación fue de $4,5\ t\cdot ha^{-1}$,

equivalente a $0,45 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$, lo cual coincidió con los cálculos efectuados en gabinete. Asimismo, se determinó que el encalado mecanizado del material de top soil permitió optimizar los tiempos de mezclado en comparación con otras alternativas evaluadas. Finalmente, se aplicó gallinaza como enmienda orgánica en el terrero, debido a su mayor aporte nutricional frente a otros abonos orgánicos, alcanzándose como resultado un 90 % de germinación de las especies establecidas, lo que evidencia su efectividad en los procesos de revegetación y recuperación del suelo.

Pacosonco, (2024) Puno “Propuesta de un plan de revegetación del pasivo ambiental del proyecto minero afc-14, Pampilla – Ananea - Puno 2023” Las actividades mineras desarrolladas en la zona de Pampilla–Ananea han generado un proceso de degradación del suelo, dando lugar a pasivos ambientales que impactan de manera directa e indirecta a los ecosistemas circundantes. En este contexto, la presente investigación tuvo como finalidad plantear estrategias técnicamente viables para la remediación de los pasivos ambientales del proyecto minero AFC-14, ubicado en Pampilla–Ananea, región Puno, durante el año 2023, con el propósito de contribuir a la restauración del ecosistema afectado por los depósitos de minerales. Como etapa inicial, se seleccionó el Área de Pasivos Ambientales Mineros (PAM) a ser intervenida, utilizando el inventario del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y considerando criterios como la cercanía al centro poblado de Pampilla y el nivel de riesgo asociado a la infraestructura vial. Posteriormente, se realizó un diagnóstico ambiental para identificar las zonas impactadas por las actividades del proyecto minero AFC-14. A partir de dicho diagnóstico, se identificaron las especies vegetales nativas con mayor capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región, las cuales fueron consideradas para la propuesta de revegetación. Entre las especies seleccionadas se incluyen ichu (*Stipa ichu*), puya de Raimondi (*Puya raimondi*), yareta (*Azorella compacta*), chachacoma (*Baccharis conferta*), aliso (*Alnus acuminata*), tola (*Parastrephia quadrangularis*), jara amarilla (*Baccharis*

salicifolia) y festuca alta (*Festuca arundinacea*). Finalmente, se formularon estrategias específicas para la revegetación y remediación de los pasivos ambientales del proyecto minero, sustentadas en la información técnica recopilada. Se concluye que la propuesta constituye una base sólida para el diseño e implementación de acciones efectivas de recuperación ambiental, orientadas a fortalecer la sostenibilidad ecológica de la zona en el mediano y largo plazo.

Chilon, (2023) Cajamarca “Aplicación de la técnica de revegetación con rye grass, ecotipo cajamarquino para el control de erosión hídrica de taludes en una mina superficial, Cajamarca 2022” La presente tesis tuvo como objetivo analizar la efectividad de la revegetación mediante el uso de Rye Grass ecotipo cajamarquino como estrategia para el control de la erosión hídrica en taludes de una mina a cielo abierto ubicada en la región Cajamarca, durante el año 2022. En la unidad minera evaluada se registran de manera recurrente problemas asociados a deslizamientos y procesos erosivos en los taludes, los cuales generan modificaciones continuas en la morfología del suelo y afectan su estabilidad. Los resultados obtenidos evidencian que la aplicación de la técnica de revegetación con Rye Grass ecotipo cajamarquino incrementa significativamente las condiciones de estabilidad estática de los taludes, registrándose un aumento de 0,13 (11 %) durante la temporada de lluvias y de 0,22 (19,5 %) en la temporada seca. De manera similar, las condiciones de estabilidad pseudoestática también mostraron mejoras significativas, con incrementos de 0,208 (20,6 %) en época lluviosa y de 0,139 (13,4 %) en época seca. Asimismo, se determinó que la implementación del Rye Grass ecotipo cajamarquino contribuye a la reducción de la erosión superficial, evidenciada por una disminución de 3,9 mm (3,8 % de humedad) durante la temporada de lluvias y de 2,3 mm (0,9 % de humedad) en la temporada seca. En conjunto, los resultados demuestran que esta técnica de revegetación constituye una alternativa eficaz para mejorar la estabilidad de los taludes y mitigar los procesos de erosión hídrica en explotaciones mineras superficiales.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Pineda, (2022). Huánuco. “Efecto de las plantas nativas Ichu (*Stipa ichu*) Queñual (*Polylepis racemosa*), Quishuar (*Buddleja incana*) en la revegetación del depósito de material excedente N° 10, (Km 50+680), carretera Huánuco-La Unión –Huánuco - 2021”. Tuvo como **objetivo:** se propuso a evaluar cómo tiende a influir de forma biológica tres especies botánicas nativas, tales como el Ichu (*Stipa ichu*) Queñual (*Polylepis racemosa*), Quishuar (*Buddleja incana*), aplicadas al proceso de estabilización y revegetación del depósito de material excedente N° 10, localizado en el (Km 50+680), de la carretera Huánuco-La Unión en el 2021. Se empleó una **metodología** que consistió en la estructuración bajo un enfoque cuantitativo de tipología aplicada, con un alcance o grado mixto (exploratoria, explicativa y preexperimental), adoptando un diseño de indagación pre-empírico apoyado en mecanismos de observación directa en campo y el procesamiento estadístico de todos aquellos datos recogidos en el trabajo de campo. Obteniéndose como **resultados** se determinó que la introducción controlada de estas plantas nativas tiende ejercer un impacto significativo favorable sobre las propiedades que presenta, registrándose concentraciones óptimas de nitrógeno (3,860), fósforo (6,229) y potasio (5,074), las 3 especies de plantas nativas (Ichu (*Stipa ichu*), Queñual (*Polylepis racemosa*) y Quishuar (*Buddleja incana*)) usadas, se concluye que la sinergia biológica de dichas especies acelera la revegetación al adicionar las plantas nativas del depósito de material excedente N.º 10 (km 50+680), Carretera Huánuco La Unión.

2.2 MARCO LEGAL

- **Ley N° 28611 – LEY GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE:** Cada individuo tiene el derecho inalienable de vivir en un entorno equilibrado, saludable y apropiado para el desarrollo integral de la vida. Además, tiene la obligación de colaborar con una gestión ambiental eficaz y proteger el medio ambiente y sus elementos, garantizando en particular la salud de las personas a nivel individual o colectivo. (MINAM, 2005).

- **PAN DE MANEJO AMBIENTAL “PMA”:** Constituye la planificación sistemática de acciones y medidas técnicas derivadas de una evaluación ecológica preliminar, diseñadas específicamente para evitar, mitigar, subsanar o retribuir las alteraciones y efectos ambientales diagnosticados que se deriven directamente de la ejecución de cualquier proyecto de ingeniería civil (MINAM, 2012)
- **Ley N° 26786, LEY DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PARA OBRAS Y ACTIVIDADES:** Herramienta específica de gestión ambiental y preventiva orientada al diagnóstico, pronóstico, análisis y control de los impactos ambientales y socioeconómicos que un proyecto de inversión generaría durante su ejecución, permitiendo el diseño anticipado de medidas correctoras, mitigatorias y compensatorias (MINAM, 2012)
- **ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA’S):** Se subdividen en 2 grandes grupos:
 - a) **Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d):** Bajo las directrices regulatorias del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d) constituye el instrumento obligatorio para iniciativas de proyectos de inversión que están adscritas a la Categoría III. Este nivel técnico agrupa aquellas intervenciones cuyas propiedades estructurales, dimensiones o emplazamiento geográfico posean el potencial de inducir impactos ambientales adversos de gran magnitud, exigiendo una investigación exhaustiva y rigurosa destinada a diseñar planes de mitigación proporcionales. (MINAM, 2012)
 - b) **Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA- sd):** De acuerdo con el marco regulatorio del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd), resulta ser aplicable para todas aquellas propuestas de inversión catalogadas bajo la Categoría II. Esta clasificación legal integra a las intervenciones públicas o privadas cuya ejecución proyecte la generación de impactos ambientales de intensidad moderada, cuyos efectos negativos asociados sean fáciles de aplicarlos, eliminarlos o corregirlos mediante la implementación de medidas de mitigación convencionales. (MINAM, 2012)

- **MANUAL PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS ORIGINADOS POR FENÓMENOS NATURALES:** Consiste en dirigir los lineamientos técnicos para el análisis de vulnerabilidades, permitiendo estructurar acciones preventivas y de mitigación ante el riesgo de desastres naturales que logren optimizar la toma de decisiones estratégicas por parte de los organismos responsables. (CENEPRED, 2014)
- **GUÍA PARA MUESTREO DE SUELOS D.S N° 002 – 2013:** Bajo las disposiciones del Decreto Supremo Número 002-2013-MINAM que regula los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, este manual técnico dicta las pautas metodológicas idóneas para: I) diagnosticar la presencia de sustancias nocivas en el suelo, II) delimitar la magnitud espacial y vertical del área contaminada, III) cuantificar los valores de fondo sobre el nivel y IV) verificar si las operaciones de descontaminación alcanzaron los objetivos de remediación establecidos. (MINAM, 2014).
- **GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS R.M. N° 085 – 2014 – MINAM:** Herramienta de gestión medioambiental cuyo objetivo es remediar los efectos ambientales causados por una o más actividades que se han realizado en el pasado o están en curso sobre los suelos. (MINAM, 2014)
- **PLAN DE REVEGETACIÓN – Versión 03 – 2023 (China Railway 20 Bureau Group Corporation, 2023):** Instrumento de gestión ambiental, que tiene diversas finalidades protectoras o restauradoras del ecosistema mediante la reposición de la cobertura vegetal y aunque además puede tener carácter productivo o recreativo.

2.3 BASES TEÓRICAS

2.3.1 CETICIO (*CYTISUS RACEMOSA*)

Es un arbusto que destaca por su extensa floración de color amarillo. El riego debe ser frecuente desde principios de primavera hasta otoño evitando encharcamientos. Es una planta perenne con finas y flexibles ramas que le da un aspecto matoso. (Tropical Coast, 2024)

- Sus hojas son trifoliadas, de un verde no tan claro y con una ligera pelusa, que se desarrollan intercaladamente.
- La floración de esta planta es notablemente exuberante y se manifiesta principalmente en el transcurso de la estación primaveral, aunque eventualmente puede extenderse a lo largo de la temporada estival. Estas hermosas flores son de un vibrante color amarillo y desprenden una suave fragancia que embriaga los sentidos. Una vez han sido fecundadas, la planta comienza a desarrollar frutos que se asemejan en apariencia a las vainas de judía.

Figura 2

Ceticio (Cytisus racemosa)



Nota. (Avila, 2025), se puede observar el Ceticio, un arbusto predominante por sus abundantes flores amarillas en desarrollo.

A. Trasplante:

Estas plantas resultan ser idóneas para la configuración estético-paisajística de borduras y parterres, además de su cultivo confinado en maceteros independientes. Su desarrollo óptimo demanda entornos de temperaturas templadas, requiriendo la exclusión de colocarla en áreas con bajas temperaturas y alta umbría del jardín; ante escenarios de heladas severas, se prescribe conservarlas en macetas para facilitar su desplazamiento defensivo estacional y posterior reubicación en espacios más abiertos como en el jardín o sacarla a la terraza o balcón. (Tropical Coast, 2024)

B. Riego y abonado:

A pesar de ser una planta con baja exigencia en cuanto a la humedad, desde el inicio de la primavera hasta consolidado el otoño se prescribe un suministro regular orientado a mantener la humedad constante, dosificándose con moderación el resto del tiempo para evitar la desecación crítica del terreno.

Paralelamente, en cuanto al abonado, al igual que sucede con el riego, es fundamental llevarlo a cabo de manera regular durante el período de crecimiento, que abarca la primavera y el verano. Es importante proporcionar a la planta los nutrientes necesarios para su desarrollo óptimo. Durante el resto del año no es necesario preocuparse, ya que se trata de una planta que suele tener una actividad muy baja.

De marzo a septiembre, se puede abonar quincenalmente a través de un compuesto líquido soluble que integre macronutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, en adición a microelementos clave como hierro, magnesio, zinc, cobre, boro, magnesio, molibdeno, garantizando así el óptimo crecimiento de la planta. (Tropical Coast, 2024)

C. Tipo de suelo:

Su desarrollo requiere un sustrato de alta porosidad, baja concentración de turba y un pH neutro o moderadamente alcalino. Ante el uso de un soporte comercial estándar para plantas externas, su estructura se optimiza mediante la adición de arena lavada de río para incrementar la conductividad de drenaje; asimismo, se prescribe colocar una pequeña capa de grava o arcilla expandida para que se prevenga la saturación de la humedad en la base del cepellón (Tropical Coast, 2024)

D. Cuidados fitosanitarios y podas:

Es una planta muy rústica y sus problemas de enfermedades vienen más bien provocados por un exceso de riego y un mal

abonado, que por el riesgo de ataques de unas determinadas enfermedades en sí.

En cuanto a plagas, la mosca blanca, los pulgones, las cochinillas y la araña roja son las que mayor riesgo tienen de aparecer. Las tres primeras pueden aparecer con el comienzo de la primavera y su control se realiza con tratamientos de insecticidas sistémicos. La araña roja aparece durante el verano y su tratamiento es mediante acaricidas o aumentando la humedad alrededor de la planta para ralentizar su proliferación.

La poda del *Cytisus racemosa*, se realiza después de la floración para mantenerla limpia y compacta. En otoño se realizará la última poda del año para conseguir que llegue al invierno con brotes cortos y compactos. Estos crecerán con fuerza y llenos de botones florales al inicio de la primavera. (Tropical Coast, 2024)

2.3.2 ALISO (*ALNUS ACUMINATA*)

Llamado aile o aliso andino, es una especie arbórea que pertenece a la familia de las betuláceas. Llega a medir hasta 20 m de altura, sus frutos son unas nueces aladas, hojas resinosas y en forma ovada. Es nativa de América del Sur extendiéndose incluso hasta México. Particularmente del Altiplano a los estados del centro. El aprovechamiento de su corteza es amplio para malestares relacionados con la garganta y hemorragias.

Árbol hasta de 20 m de altura, tronco único desde la base, a veces varios, corteza escamosa, gris, con lenticelas observables a simple vista, el follaje es perenne cuando crece en quebradas húmedas y caducifolio en ladera semisecas. (Universidad EIA, 2014).

Figura 3

Aliso (Alnus acuminata)



Nota. (Ávila, 2025), se puede observar al Aliso, un árbol predominante; donde también se puede apreciar el desarrollo que presenta.

- **Hojas:** alternas, simples, ovoideas, algo resinosas, con el ápice acuminado y el borde aserrado.
- **Tronco:** cilíndrico a ligeramente ovalado. Generalmente de varios troncos.
- **Flores:** unisexuales, masculinas y femeninas sobre un mismo árbol, pero en inflorescencias diferentes, flores masculinas agrupadas en amentos, péndulos, flores femeninas con brácteas formando un cono estrobiliforme.
- **Frutos:** nueces pequeñas, aladas, protegidas dentro del estróbilo leñoso, liberadas a la madurez y diseminadas por el viento y el agua.
- **Raíz:** sistema radical poco profundo, amplio y extendido.

A. Ecología:

El aliso puede soportar temperaturas por debajo de cero por breve tiempo y es capaz de soportar hasta temperaturas de bajo cero de -10 °C y nevadas esporádicas.

No es exigente en cuanto a calidad de suelos siempre y cuando haya buena humedad y con buena capacidad de drenaje, crece en un amplio rango de textura desde la arcillosa hasta arenosa e inclusive en suelos pedregosos y superficiales.

La capacidad de fijar nitrógeno en simbiosis, con microorganismos Actinomicetes del género Frankia le da la facultad de colonizar suelos pobres y fertilizar los suelos donde crece, acumulando una extraordinaria cantidad de materia orgánica en un tiempo relativamente corto.

Se comporta como una especie marcadamente pionera, especialmente adecuada como rodal protector inicial de las laderas erosionadas y en las cuencas hidrográficas de las tierras altas. (Universidad EIA, 2014)

B. Fenología y reproducción:

Se observa en floración en septiembre-octubre y con frutos maduros en enero-febrero. Se reproduce a través de semillas, hijuelos de raíz y estacas. Las semillas no requieren tratamiento previo para su germinación. Las formas recomendables de reproducir aliso son mediante germinación de semillas y vegetativamente vía estacas, aunque las plantas originadas de estacas tienen un desarrollo radicular superficial en relación con las plantas producidas por semillas que tienen raíz pivotante de penetración profunda.

Su crecimiento es rápido y plantado entre 2000 y 3000 m s.n. m., ha demostrado ser claramente más eficiente que otras especies introducidas, característica que plantea a esta especie como una alternativa para el repoblamiento forestal con un potencial económico similar al pino y al eucalipto. Tiene la capacidad de podarse naturalmente y de esa manera ofrecer madera de buena calidad sin muchos ojos. El crecimiento en plantaciones artificiales es más rápido que en bosques naturales debido al mayor espaciamiento. (Universidad EIA, 2014)

C. Usos:

Da leña de buena calidad, de amplio uso y comercializada principalmente, la madera y los troncos se utilizan para la construcción de casas (vigas), chozas y apriscos; la corteza rica en taninos se usa para curtir cueros. En la medicina tradicional las hojas frescas maceradas en alcohol sirven para fricciones contra el reumatismo.

De acuerdo con la literatura la madera sirve también para construcciones livianas, cajas, utensilios domésticos, cabos de escobas e instrumentos musicales. (Universidad EIA, 2014)

2.3.3 GRAMA COMÚN (*CYNODON SP.*)

También conocida como césped, agramen o gramón, entre otros nombres, es una planta de la familia Poaceae nativa del norte de África y sur de Europa.

Se utiliza en muchos países como pasto para ganadería, ornamental, en jardines o para controlar la erosión del suelo. Se considera una de las malezas más dañinas para la agricultura y los ecosistemas fuera de su área de distribución natural. (Universidad EIA, 2014)

Figura 4

Grama Común (Cynodon Sp)



Nota. (Avila,2025), se puede observar la grama, en su desarrollo de la Grama común en los taludes y banquetas del DME.

A. Descripción:

Presenta las siguientes características:

- Las hojas son verde grisáceas (sin estrés hídrico recuperan un verde intenso), cortas, de 4 a 15 cm de longitud con bordes fuertes membranosos; vainas de 1,5 a 7 cm de largo, generalmente más cortas que los entrenudos, vilosas en el ápice, las inferiores quilladas, lígulas membranosas, cilioladas, de 0,2 a 0,3 mm de largo, a veces vilosas en el dorso, láminas de 0,5 a 6,5 cm de largo por 1 a 3,5 mm de ancho, aplanadas, en ocasiones dobladas, escabriúsculas (poco ásperas), generalmente vilosas detrás de la lígula y en los márgenes inferiores, ocasionalmente en ambas superficies. En invierno pierden clorofila hasta volverse blanquecinas.
- Los tallos erectos o decumbentes, pueden crecer de 1 a 30 cm (raramente hasta 90 cm) de altura. Los tallos son ligeramente achatados, a veces con pintas púrpuras.
- Las inflorescencias tienen espigas (3) 4 a 6, de 1,5 a 6 cm de largo, distribuidas en un verticilo, usualmente radiadas. La espiguilla/flores: espiguillas de 2 a 3 mm de largo, presas del raquis e imbricadas, verde violáceas, glumas de 1 a 3 mm de largo, glabras, la primera falcada (en forma de hoz), la segunda lanceolada; lema de 2 a 3 mm de largo, fuertemente doblada y aquillada, sin arista u ocasionalmente con un corto mucrón, pálea glabra tan larga o un poco más corta que el lema; raquilla prolongada, desnuda o llevando una segunda flor masculina o rudimentaria.
- Tiene un sistema radicular muy profundo; en sequía con perfil de suelo penetrable, las raíces pueden crecer a más de 2 m de profundidad, aunque la mayoría de la masa radicular está a menos de 60 cm bajo la superficie. Los tallos reptan por el suelo, y de los nódulos salen nuevas raíces, formando densas matas. Esta especie se reproduce por semillas, estolones y rizomas. El rebrote y crecimiento comienzan a temperaturas por encima de 15 °C, la óptima se sitúa entre 24 a

37 °C; en invierno el pasto seco completamente la parte aérea, entrando en dormancia y se torna beige pardo.

- Fisiológicamente, tiene un proceso de fijación del carbono muy eficiente: la vía de 4 carbonos, como el maíz, la caña de azúcar, el sorgo, el amaranto.

B. Cultivo y usos:

Esta gramínea está ampliamente cultivada en climas cálidos y templados de todo el mundo, entre 30° sur y 30° norte de latitud, y entre 500 a 2800 mm de lluvias anuales (o mucho menos, si hay riego disponible). Prospera desde el nivel del mar hasta los 2200 m s. n. m. Es de crecimiento rápido, siendo popular y usada en campos de deportes, al dañarse se recupera rápidamente. Es muy deseada en pastos de turf, en climas templados y cálidos, particularmente en regiones donde su tolerancia al calor y a la sequía la hace útil para sobrevivir donde muy pocos otros pastos prosperan. Existen numerosos cultivares selectos para diferentes requerimientos del turf. Es muy agresiva, eliminando a muchas otras especies y convirtiéndose en especie invasora en muchas áreas. Los jardineros la llaman “pasto del diablo” por su poder colonizador. (Universidad EIA, 2014)

C. Formas de control:

Resiste al fuego como la caña de azúcar y al corte constante como la alfalfa o los forrajes. (Universidad EIA, 2014)

D. Propiedades:

- **Principios activos:** Contiene sales potásicas, fructosanas: triticina; inositol. (Universidad EIA, 2014)
- **Indicaciones:** Es usado como diurético, colagogo, hepatoprotector, antiinflamatorio.

Contraindicado con el uso de diuréticos en presencia de hipertensión o cardiopatías solo, debe hacerse por prescripción y bajo control médico, dada la posibilidad de aparición de una

descompensación tensional o si la eliminación de potasio es considerable, una potenciación del efecto de los cardiotónicos. Obstrucción de las vías biliares. Embarazo (popularmente se considera abortiva).

2.3.4 PARÁMETROS PARA EVALUAR

El análisis del suelo ayuda no sólo para tomar las decisiones importantes, sino también las decisiones correctas con respecto al manejo de su cultivo, de los cuales existe 5 parámetros importantes para el análisis del suelo. (GESTIRIEGO, 2016)

A. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

La CIC es el número de sitios de carga negativa sobre las partículas del suelo (en su mayoría de arcilla y materia orgánica) que pueden retener nutrientes para las plantas. Se expresa en unidades de: meq/100 g o cmolc / kg ($1\text{meq}/100\text{ g} = 1\text{cmolc}/\text{kg}$).

- **Nutrientes cargados positivamente:** Los elementos como el potasio, el calcio y el magnesio se encuentran magnetizados por las diminutas partículas de arcilla presentes en el suelo. Otros compuestos positivos, como el sodio y el hidrógeno, también se adhieren con las partículas del suelo.
- **Nutrientes cargados negativamente:** El sodio puede alterar la estructura del suelo; mientras que, los iones de hidrógeno determinan el pH del terreno. Los suelos con una CIC elevada, se perciben como fértiles, pues pueden almacenar nutrientes durante un periodo más extenso. Estos terrenos poseen una capacidad excepcional para almacenar agua.

El conocimiento de la CIC de su terreno puede guiarle en la elección de la dosis de fertilizantes, pues los terrenos con una CIC elevada demandan una aplicación más frecuente. (GESTIRIEGO, 2016)

B. Materia Orgánica

- **Materia orgánica del suelo representa los componentes orgánicos del suelo:** La mayoría son restos de plantas y animales. La composición orgánica determina la estructura, la fertilidad y la habilidad para almacenar agua del suelo. Los terrenos enriquecidos de nutrientes orgánicos (4-5 %) florecerán con mayor fertilidad que los demás. La materia orgánica enriquece el cultivo con nitrógeno, fósforo y azufre. (GESTIRIEGO, 2016)

C. RAS

RAS es el índice de absorción de sodio. Se emplea para anticipar las dificultades de infiltración de agua en los desafíos del suelo y su estructura.

- RAS es la proporción de sodio, calcio y magnesio en la mezcla terrestre. Los terrenos con un RAS superior a 10, se clasifican como terrenos sódicos. En tanto, los terrenos sódicos, exhiben desafíos estructurales que desembocan en una infiltración deficiente de agua. La tierra se encoge cuando está mojada y se llena de grietas al secarse. (GESTIRIEGO, 2016)

D. pH

El pH del suelo se sitúa como uno de los pilares fundamentales en el informe de análisis de su suelo. El pH del suelo puede revelar un sinfín de secretos sobre la disponibilidad de nutrientes para las plantas y los posibles efectos nocivos de otros componentes, como el aluminio. (GESTIRIEGO, 2016)

- Los terrenos con un pH superior a 7,0 se clasifican como terrenos alcalinos. En estos terrenos, la carencia de micronutrientes, como la carencia de hierro, es un fenómeno habitual.
- Las plantas que florecen en terrenos con pH inferior a 5,5 pueden revelar indicios de toxicidad de metales (como hierro y manganeso) y

carencia de nutrientes, como el magnesio. El encalado del terreno se sugiere especialmente en estos terrenos.

El pH ideal para la mayoría de los cultivos oscila entre 5,8 y 6,5, un rango donde la mayoría de los nutrientes se encuentran a su disposición para que los cultivos los puedan acoger.

E. Conductividad Eléctrica

CE representa la esencia de la conductividad eléctrica. Es un termómetro que revela la acidez del terreno.

- La CE se calcula habitualmente en la mezcla del terreno. Las magnitudes de expresión suelen ser: ds/m, mmho/cm o microsimens/cm, siendo: $1 \text{ ds/m} = 1 \text{ mmho / cm} = 1000 \text{ S / cm}$.
- La CE es uno de los métodos más sencillos para medir los niveles de abono en el suelo, su potencial productivo, la salinidad del terreno y su aptitud para la cultivación de cultivos.

Los cultivos varían en su resistencia a la salinidad. Por encima de un límite específico, el desempeño se desvanecerá. La disminución del desempeño es inversamente proporcional al incremento en la calidad de la CE. (GESTIRIEGO, 2016)

2.3.5 REVEGETACIÓN: MÉTODOS DE REVEGETACIÓN EN EL SUELO

Las revegetaciones son la creación intencional de vegetación utilizando métodos precisos. En tanto, revegetar implica cultivar artificialmente un terreno con plantas idóneas, empleando las técnicas más adecuadas para cada situación. (Fundación de la jardinería y el paisaje, 2020) Se puede revegetar con planta autóctona mediante:

- Colocación de plantones.
- Plantación directa.
- Hidrosiembra.
- Cultivar árboles vivos.

➤ **Plantación aérea.**

Las estrategias destinadas a la restauración de la cubierta vegetal, se caracterizan por su versatilidad operativa; lo que, permite integrar y combinar diferentes metodologías de siembra y plantación dentro de un mismo proyecto para optimizar los resultados en el terreno. Es fundamental precisar que, estas intervenciones ambientales no deben confundirse con los programas tradicionales de repoblación forestal o silvicultura comercial.

A. Tipos de revegetación:

➤ **En la restauración de zonas afectadas por actividades humanas tales como:**

- Explotaciones mineras.
- Escombreras y vertederos.
- Obras lineales (carreteras, autopistas, ferrocarriles, canales, gasoductos, tendidos eléctricos, etc.).

➤ **En la recuperación de áreas degradadas como las afectadas por:**

- Incendios forestales.
- Inundaciones.
- Erosión.
- Contaminación.
- Movimientos de tierra.

➤ **En tierras agrícolas abandonadas.**

➤ **En ajardinamientos de bajo consumo de agua.**

B. Finalidad de la revegetación

La revegetación persigue principalmente objetivos de protección y restauración del medio, aunque en determinados contextos; incluso puede cumplir funciones productivas o recreativas, ampliando así su utilidad más allá de la simple recuperación ambiental. (Fundación de la jardinería y el paisaje.

➤ **Finalidad técnica:**

- Lucha contra la erosión.
- Protección de repoblaciones.
- protección de cultivos.
- Corrección del impacto visual y paisajístico.
- En obras lineales para:
- Romper con la monotonía.
- Filtrar la contaminación atmosférica y acústica.
- Evitar deslumbramientos.

➤ **Finalidad biológica:**

- Implantación de la flora propia del lugar.
- Restauración de espacios naturales.
- Reconstrucción de ecosistemas.
- Protección de fauna silvestre.
- Reconstrucción de equilibrios biológicos.

C. Actuaciones en la revegetación

Las acciones más comunes de revegetación se realizan en los siguientes ámbitos:

- Restauración de canteras.
- Recuperación de escombreras.
- Recuperación de vertederos.
- Restauración del entorno de los parques eólicos.
- Restauración de carreteras y obras civiles.
- Acondicionamiento de áreas recreativas.
- Repoblaciones forestales y forestación de tierras agrarias abandonadas con fines protectores o productores.

Todas ellas tienen, en mayor o en menor medida; el doble objetivo de contener la erosión de una actividad humana en el paisaje y su impacto en la misma. (Soto Rey, 2003)

D. Especies y técnicas

En situaciones como los taludes de carreteras o en terrenos con suelos muy degradados y climas extremadamente secos; donde las condiciones del medio, no permiten el desarrollo de una cobertura arbórea estable. Resulta más apropiado, prescindir de los métodos tradicionales de repoblación forestal, los cuales están basados en especies leñosas y orientan los esfuerzos hacia la revegetación mediante especies herbáceas y arbustivas, junto con las técnicas adaptadas a estas. (Soto Rey, 2003)

➤ Selección de especies:

En la actualidad, la gran mayoría de las semillas de especies herbáceas empleadas en labores de revegetación corresponden a variedades mejoradas genéticamente que provienen de industrias extranjeras. Por ello, resulta conveniente fomentar un mayor uso de especies nativas producidas localmente, impulsado desde los propios proyectos de revegetación, de modo que se incentive a las empresas y viveros nacionales a incrementar su oferta tanto en diversidad como en volumen, permitiendo así que estas puedan ser utilizadas de manera autóctona y a precios asequibles. (Soto Rey, 2003)

➤ Técnicas de revegetación:

Las técnicas de revegetación se clasifican en siembras que pueden realizarse en hileras, a voleo tradicional, mediante hidrosiembra, con mulch en seco o en hoyos, plantaciones y técnicas mixtas. En todas ellas; el primer paso consiste en preparar el terreno. En algunos casos se distribuye una capa de tierra vegetal o suelo; con el fin de, corregir las deficiencias nutricionales del sustrato y aumentar su capacidad para retener humedad; otras veces, cuando el presupuesto del proyecto no permite lo anterior; se prepara el suelo realizando alguna labor, como arado o rastrillado, lo que permite facilitar la recepción y germinación de la planta o semilla.

Tabla 1*Técnicas más frecuentes de revegetación*

TÉCNICAS FRECUENTES DE REVEGETACIÓN	
1. Siembra	Siembra en hileras
	Siembra al voleo convencional
	Hidrosiembra
	Siembra con mulch en seco
	Siembra en hoyo
2.Plantación	
3.Técnicas mixtas	

Nota. (Soto Rey, 2003), se puede observar en el siguiente diagrama las técnicas más frecuentes usadas para la revegetación.

De las técnicas de siembra, la más utilizada sin duda es la hidrosiembra, la cual destaca como la técnica de mayor aplicación en la ingeniería ambiental; debido a, su alta eficiencia. Este procedimiento se basa en la aplicación por aspersión a alta presión de una solución acuosa que, combina semillas con diversos aditivos estabilizadores, nutrientes y acolchados orgánicos o sintéticos, conocidos técnicamente como mulches; los cuales, abarcan desde fibras vegetales y restos de poda hasta compuestos de látex o vidrio.

Estos mulches consiguen:

- Amortiguar el impacto de las precipitaciones intensas, el granizo y el viento, reduciendo al mismo tiempo la escorrentía superficial.
- Disminuir la pérdida de humedad por evaporación, favoreciendo así la germinación de las semillas.
- Resguardar las semillas de las aves.
- Aportar materia orgánica al suelo.
- Mantener la estructura superficial del suelo.
- Regular la temperatura del terreno.

2.3.6 DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE “DME”

Antes de depositar algún material excedente de obra, se recomienda retirar la vegetación silvestre y limpiar el área para el uso. Se recomienda depositar material, así como compactar el material de manera que quede estabilizado y nivelado para luego recomponer el área colocando la capa orgánica retirada al inicio de la disposición.

Los Depósitos de Material Excedente (DME's), constituyen infraestructuras de servicio críticas dentro de la gestión de la infraestructura vial, abarcando todas las fases del proyecto, desde la construcción inicial hasta las labores de mantenimiento rutinario y explotación de la vía. Estas áreas auxiliares se someten a un ciclo de ingeniería riguroso que inicia con la evaluación, selección y diseño técnico del terreno; posteriormente, avanza hacia su habilitación y conformación geomorfológica en campo; y concluye, con un proceso planificado de cierre técnico y restauración ambiental. El propósito fundamental de estos espacios, es el confinamiento definitivo y seguro de aquellos volúmenes de suelo, rocas o escombros que; debido a, sus propiedades geotécnicas o a los balances de movimiento de tierras, se descartan para su posterior uso en la estructura principal de la obra, garantizando así el ordenamiento y la sostenibilidad ecológica de la construcción. (Romero Rojas, 2019)

A. CONSIDERACIONES GENERALES

Es necesario instalar la señalización adecuada, tanto en el camino de acceso como en el propio sitio del depósito. Dado que, estos caminos tienen carácter temporal, su construcción debe realizarse con el mínimo movimiento de suelo y cubrirse con una capa de material de lastrado, la cual, permita el paso fluido de los vehículos durante las obras. Las zonas seleccionadas para los depósitos, no pueden ubicarse en terrenos inestables ni en espacios de alto valor ambiental, como humedales o suelos de elevada productividad agrícola. Además, cuando el terreno pertenezca a particulares, constituya zona de reserva o forme parte de

territorios especiales protegidos por la legislación, se deberán obtener las autorizaciones previas correspondientes. (Scribd, 2019)

B. MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

La selección y construcción de los sitios destinados a depósitos de material excedente debe realizarse, conforme a lo establecido en el acápite 3.6 del Manual Ambiental de Diseño y Construcción de Vías del MTC. (Scribd, 2019)

- Previamente a la colocación de los materiales, se retirará la capa superficial orgánica del terreno hasta alcanzar un estrato capaz de soportar el peso adicional del relleno; con el fin de, prevenir asentamientos que afecten la estabilidad del sitio; en tanto, el material vegetal extraído se almacenará en lugares apropiados para su posterior empleo en las labores de restauración.
- Cuando la excavación se efectúe en laderas, esta se realizará de forma escalonada, con el fin de reducir el riesgo de inestabilidad en el contacto entre el material de relleno y el terreno natural.
- Los depósitos deberán ubicarse a una distancia suficiente de cualquier cuerpo de agua, de modo que durante eventos de crecida el nivel del agua no alcance la base de los materiales depositados.
- El área total del depósito de desecho (AT) y su capacidad de material compactado en metros cúbicos (VT) serán establecidas en el proyecto o autorizadas por el Supervisor; por ello, antes de iniciar el uso de las áreas destinadas al Depósito de Deshechos (DME) se realizará un levantamiento topográfico para determinar estas características, y al concluir las labores se efectuará otro levantamiento con fines de verificación, cuyos planos finales deberán consignar los volúmenes depositados, la ubicación de muros de contención, el sistema de drenaje instalado y el tipo de vegetación empleada. (Scribd, 2019)

C. IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS DME'S

Al llevar a cabo la identificación y gestión de DME's, se deben considerar varios aspectos relevantes que permitan seleccionar ubicaciones apropiadas, cumpliendo con los criterios técnicos, legales y ambientales establecidos. (Romero Rojas, 2019)

- **Inexistencia de Restos Arqueológicos:** Antes de destinar un terreno como DME, es preciso confirmar que el lugar elegido no coincida con áreas de patrimonio cultural ni con sitios que alberguen vestigios arqueológicos. En caso de detectarse alguna superposición, se deberá seguir los lineamientos establecidos por la legislación actual y así, evaluar la factibilidad del proyecto en ese contexto.
- **Cercanía a fuentes de agua:** Resulta obligatorio preservar una distancia mínima entre los lugares destinados al depósito de material excedente y cualquier fuente de agua superficial; con el objetivo de, evitar que los sedimentos o materiales, los cuales puedan contaminar estos recursos hídricos.
- **Ubicación dentro de zonas de protección natural:** La legislación vigente impide la localización de DME dentro de bosques protectores, parques naturales y demás espacios que cuentan con algún régimen de protección ambiental.

D. IMPACTOS DE LOS DME'S A LA SALUD

- **Diseño de los DME's:** El desarrollo de cada DME, exige la elaboración de un expediente de diseño integral que asegure condiciones óptimas de seguridad estructural y control de aguas superficiales y subterráneas. Así como, cuando la ubicación del acopio se defina en zonas adyacentes al derecho de vía; se pueda evitar algún daño y/o perjuicio, al entorno y los que lo habitan.
- **Proximidad a Comunidades/Viviendas:** En este sentido, resulta indispensable salvaguardar los derechos patrimoniales de los residentes locales situados en el entorno de influencia del proyecto,

previniendo cualquier tipo de daño o perjuicio directo en terrenos ajenos a la obra. Ante escenarios, donde las actividades de diseño o depósito alteren inevitablemente las condiciones originales del terreno, la gestión del proyecto debe priorizar el establecimiento de consensos formales con los titulares de las tierras; con el propósito de, mitigar los impactos generados. Por lo general, estos mecanismos de negociación se resuelven de forma favorable mediante contratos de arrendamiento temporal o convenios de cesión de derechos de uso.

- **Proximidad o cruce con infraestructura petrolera, hidráulica, telecomunicaciones, etc.** En cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, se debe asegurar que tanto la construcción de las obras como la colocación de material en los depósitos, se realicen de forma que no comprometan la estabilidad; puesto que, el incumplimiento de las mismas generaría daños ecológicos a gran escala para todo aquel que habite y/o transite dicha zona.

E. VIABILIDAD DE IDENTIFICACIÓN Y VIABILIDAD DEL USO DE DME'S

Se tiene lo siguiente:

- Tener un área técnicamente viable, pero socialmente NO viable. Tener área socialmente viable, pero técnicamente NO Viable (posibles afectaciones futuras a la vía o instalaciones cercanas).
- Tener un área técnica y socialmente viable, pero ambientalmente NO viable (por restricciones tales como colindar con cuerpos de agua, zonas de protección natural o patrimonios culturales).
- Tener un área técnica, ambiental y socialmente viable, pero que, durante el proceso de cierre de autorización del área, aparezca algún tema legal no previsto (clásicos problemas de defensa de propiedad de varias personas). (Romero Rojas, 2019)

F. IMPACTOS NEGATIVOS QUE GENERA NO CONTAR CON DME'S AUTORIZADOS

Por otro lado, es fundamental disponer de DME's autorizados que todavía conserven capacidad disponible, pues esto permite emplearlos de manera efectiva durante la ejecución del proyecto, sin generar contratiempos. Asimismo, existen varios impactos si no contamos con este tipo de áreas cercas o disponibles. (Romero Rojas, 2019)

- **Aumento del Presupuesto de Ejecución Obras y/o Presupuesto de Labores de Conservación Vial:** Se aumentan las distancias de Transporte de material excedente por incremento de volquetes y tiempos de transporte. Incluso mayor costo por cruzar peajes.
- **Incremento en tiempos de eliminación de material:** esto es más incidente en el caso de labores de mantenimiento de emergencia (limpieza de derrumbe, deslizamientos, etc.)
- **Incremento en tiempos de liberación de vías por ocurrencia de activación de quebradas, derrumbes u otros:** esto es directamente proporcional al tiempo que demoran en transportar los volquetes en eliminar el material
- **Retrasos en inicio y desarrollo de obras o trabajos de emergencia:** al no contar con DME's autorizados en algunos casos no se puede concretar el inicio de obras o trabajos de emergencia y se retrasa la ejecución de los mismos. Esto está directamente ligado al punto 1).
- **Mayor contaminación ambiental:** por el uso de más volquetes y mayores más distancias de transportes (mayor cantidad de combustible consumidos)

G.IMPACTOS POSITIVOS QUE GENERA CONTAR CON DME'S AUTORIZADOS

- **Se elimina el riesgo del posible impacto en la estabilidad de la infraestructura vial:** Al ubicar el DME a una distancia prudencial de la vía, se elimina el riesgo de que eventuales fallas de estabilidad en

el depósito, puedan comprometer la integridad de la carretera. De ese modo, el diseño del DME, se concibe precisamente para prevenir este tipo de situaciones desde su etapa de planificación.

- **Se elimina el riesgo de deterioro de la demarcación horizontal:** por lo general, en los puntos de ingresos y/o salidas de los DME's porque si los accesos no están pavimentados, el material suelto junto al efecto de torsión de las llantas de los volquetes, generan abrasión y desgaste prematuro de la señalización horizontal.
- **Se disminuyen considerablemente los posibles tiempos de espera en cola de los usuarios de la carretera:** esto porque generalmente en los ingresos/salidas de los DME's por temas de seguridad vial se suele restringir el tráfico de acceso a los DME's y de la propia carretera. (Romero Rojas, 2019)

2.3.7 LÍNEA BASE DE LA ZONA DE ESTUDIO: CARRETERA HUÁNUCO – LA UNIÓN “REVEGETACION DEL DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE N.º 06 (KM 34+400), PROYECTO VIAL TRAMO I”

La zona de estudio se encuentra en la provincia de Huánuco, en la región del mismo nombre. La capital del distrito, Huancapallac, se localiza a 2 500 m.s.n.m., asentada en la orilla izquierda del río que se denomina tanto Kichqui como Huancapallac y que, igualmente recibe el nombre de Higueras. (Ministerio de Desarrollo, 2019).

Figura 5

Huancapallac



Nota. (Ávila, 2025), zona de estudio, el cual es el distrito de Huancapallac.

➤ **Coordenadas geográficas:**

La ubicación del territorio corresponde a los 09° 54' 06" de latitud austral y 76° 26' 28" de longitud occidental en relación con el meridiano de Greenwich. (Ministerio de Desarrollo, 2019)

➤ **Límites:**

Por el Norte, con el distrito de Santa María del Valle. Por el Sur, con el distrito de Yarumayo.

Por el Este, con el distrito de Huánuco.

Por el Oeste, con los distritos de Jacas Chico y Choras. Por el Sur-Oeste, con el distrito de Margos.

➤ **Extensión:** Es 162.94 Km².

➤ **Altitud:** Fluctúan entre: 2,450 y 4,170 m.s.n.m.

➤ **Ubigeo:** N. ° 100106

A. RELIEVE:

Su jurisdicción es sinuosa y en algunas partes es semi-larga.

Vialmente sobresalen:

➤ **Elevaciones-Cúspides:** Entre las cuales sobresalen picos como Corral Corral (también denominado Perga Perga), Huayra Tumanán, Ucumaria, Picahuay, Ñaupá Marca, Runtococha, Tingo Punta y Yurag Jirca; asimismo, sirven como linderos naturales y divisorias geográficas los cerros de Huamally, Tuco Huaganán, Ichic Huanca, Jatún Huanca, Muchuy Yacu, Aya Jamanán, Chincho y Condorbamba.

➤ **Quebradas:** Entre estas depresiones destacan Gayapacoj, Kichquirragra, Paccharragra, Sillarragra, Poquerragra, Arcapaz, Collota, Shogosh y Huaytapallana, además de zonas de alta relevancia productiva como Chincho Palca, caracterizada por su alta diversidad agrícola, y la confluencia de Cunyajrragra (o Tingorrage),

sector estratégico donde se integran los caudales de los ríos Chasqui, Huayllacayán e Ingenio. (Ministerio de Desarrollo, 2019)

B. HIDROGRAFÍA

Entre los cursos fluviales de mayor relevancia, se encuentra el río Huayllacayán, cuyo caudal se origina en la laguna de Caracocha; seguido por el río Chasqui, el cual inicia su recorrido en el sector de Huancacucho. A estos dos afluentes principales se suman los ríos Ingenio, Yanamayo, Mito y Lanjas; los cuales, distribuyen el recurso hídrico a lo largo del territorio. De manera complementaria, el sistema hídrico cuenta con importantes cuerpos de agua cerrados, entre los que sobresalen las lagunas de Ucumaria y Pato Gocha; además de, la mencionada Caracocha. Esta última, resalta por sus propiedades térmicas particulares; ya que, presenta un comportamiento hipolímnico. (Ministerio de Desarrollo, 2019)

C. CLIMA

Es La diversidad climática de este territorio está determinada directamente por la convergencia de distintas zonas de vida y ecosistemas forestales que varían según la altitud. En las partes intermedias y bajas, la geografía está marcada por la presencia del bosque muy húmedo-Premontano Tropical; mientras que, los niveles superiores albergan tanto al bosque húmedo como al bosque pluvial, ambos catalogados dentro de la clasificación Montano Bajo Tropical. Esta transición ecológica, genera que las condiciones meteorológicas no sean homogéneas, dando origen a una escala térmica que abarca desde ambientes semitropicales y templados cálidos hasta variantes templadas y templadas frías. Dichos microclimas, se corresponden de forma exacta con los pisos altitudinales de la geografía andina, distribuyéndose específicamente a lo largo de las subregiones conocidas tradicionalmente como Yunga, Quechua y Suni; lo que, permite el desarrollo de diferentes actividades productivas y biológicas en cada

nivel. Presenta una temperatura media de 6°C y una temperatura máxima de 13°C.

En Huancapallac, el comportamiento climático presenta fluctuaciones térmicas y pluviales muy marcadas que definen claramente las épocas del año. En lo que respecta a las temperaturas, el periodo invernal concentra las condiciones más bajas de la región, consolidando a julio como el mes con el clima más frío; mientras que, el inicio de la primavera marca el extremo opuesto, posicionando a octubre como la época con mayor sensación de calor. De manera paralela, el régimen de precipitaciones divide el año en dos periodos sumamente diferenciados. Por un lado, la temporada veraniega concentra la mayor descarga pluvial del año, registrando en el mes de marzo el pico más alto de lluvias acumuladas. Por otro lado, la época invernal, se caracteriza por una marcada ausencia de agua, manifestando una sequía extrema que alcanza su punto más crítico durante el mes de junio; lo que, influye directamente en los ciclos ambientales de la zona. (SENAMHI, 2024)

D. SUELO

El tipo de suelo que presenta, se caracterizan por su topografía de escasa pendiente y superficies mayormente llanas; además de, mostrar una reacción ácida y una elevada presencia de restos orgánicos. En las partes elevadas de la puna se encuentran terrenos pedregosos con carbonatos y otros de grano fino, los cuales presentan una tonalidad negruzca y reacción neutra. En las inmediaciones de cuerpos de agua y áreas encharcadas, la tierra registra una alta concentración de restos vegetales en descomposición. (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO, 2024)

E. FLORA

En la provincia de Huánuco se observa una destacada diversidad en su flora, integrada tanto por cultivos tradicionales andinos, como tubérculos y cereales de distintas clases; además de, árboles productores de frutos y una vegetación nativa que incluye arbustos,

plantas adaptadas a ambientes secos y amplias extensiones de pastos, los cuales se desarrollan de forma natural. (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO, 2024)

F. FAUNA

Habitan por lo general las aves, entre este grupo se encuentran ejemplares autónomos como el zorzal gris y el huipcho, los cuales comparten el hábitat con gorriones, jilgueros y depredadores como los gavilanes; además de, especies terrestres como las perdices. Por otro lado, la presencia de mamíferos se divide claramente entre aquellos que viven en estado natural en las zonas altas o boscosas, tales como pumas, zorros, venados y vizcachas; dentro de estos últimos, resaltan los equinos como caballos, burros y asnos, así como también las vacas y toros. (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUÁNUCO, 2024)

2.4 SISTEMA DE HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

H_i: Las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*), Grama común (*Cynodon sp.*) *tienen efecto* en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

H_o: Las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) Grama común (*Cynodon sp.*) *no tienen efecto* en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 56 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

2.5 SISTEMA DE VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Depósito de Material Excedente “DME”

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Especies silvestres:

- Ceticio (*Cytisus racemosa*),
- Aliso (*Alnus acuminata*) y
- Grama común (*Cynodon sp.*)

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Efecto de especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) Grama común (*Cynodon sp.*), en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (km 34+400), proyecto vial tramo I - Huánuco - Punto unión 2025

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
Variable Independiente Especies silvestres:	Presencia y Distribución de Especies	Identificación de especies y Cobertura observada de las especies	Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>)	Ficha y/o cadena de custodia de campo
			Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	Guía: Protocolo para la toma de muestra de suelo
			Grama común (<i>Cynodon Sp.</i>)	Plan de revegetación
Variable Dependiente Calidad del suelo	Parámetros físicos	pH	-	
		Textura del suelo (Arena, Limo, Arcilla)	%	Laboratorio de Análisis de Suelos
		Densidad aparente	g/cm ³	(UNAS)Informe de laboratorio
		Densidad real	g/cm ³	
		Humedad	%	
	Parámetros químicos	Porosidad	%	
		Conductividad Eléctrica (CE)	dS/m	Laboratorio de Análisis de Suelos
		Materia Orgánica	%	(UNAS)Informe de laboratorio
		Nitrógeno Total	%	
		Fósforo Disponible	ppm	
		Potasio Disponible	ppm	

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD	TÉCNICA E INSTRUMENTOS
		Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	cmol (+) /Kg	
		Calcio (Ca)	cmol (+) /Kg	
		Magnesio (Mg)	cmol (+) /Kg	
		Potasio (K)	cmol (+) /Kg	
		Intercambiable Sodio (Na)	cmol (+) /Kg	
		CIC Efectiva	cmol (+) /Kg	
		Aluminio + Hidrógeno (Al+H)	cmol (+) /Kg	
		% Saturación de Bases	%	
		Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	%	
		Plomo (Pb)	ppm	
		Cadmio (Cd)	ppm	

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación fue de tipo sin intervención; puesta que la investigación hizo una descripción de la problemática real y a su vez evidenció la influencia de la presencia de una variable sobre la variable de estudio. (Hernández Sampieri, 2020).

3.1.2 ENFOQUE

Presenta un enfoque cuantitativo; puesto que se sacaron conclusiones a partir del manejo de las variables, las cuales se usaron para probar la hipótesis planteada; empleando el uso estadístico para la obtención de resultados medibles. (Hernández Sampieri, 2020)

3.1.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Presenta un nivel explicativo; porque intenta evidenciar la influencia de una variable sobre otra; no se manipuló la variable independiente, se evaluó la variable independiente. (Hernández Sampieri, 2020)

3.1.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio de investigación tuvo un diseño observacional; consistiendo en la evaluación de la presencia de las especies silvestres (variable independiente) hacia la variable dependiente; llegando así al cumplimiento de los objetivos planteados. (Hernández, 2014) (ver figura N° 8).

Donde:

M: Muestra de estudio (Área revegetada).

OX: Variable Dependiente: (Depósito de Material Excedente “DME”)

OY: Especies silvestres:

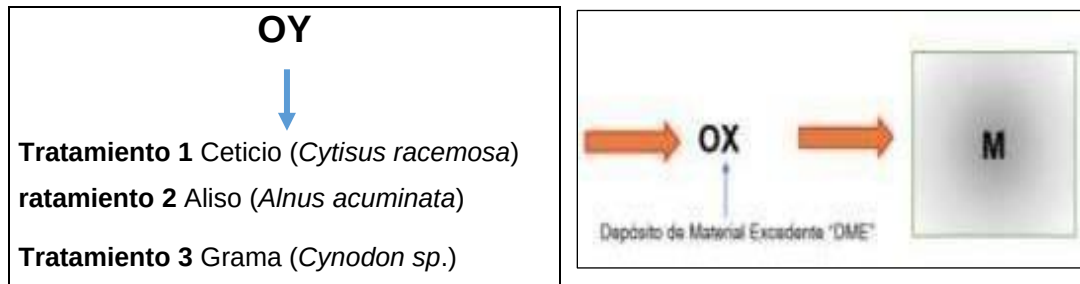
Tratamiento 1: Ceticio (*Cytisus racemosa*)

Tratamiento 2: Aliso (*Alnus acuminata*)

Tratamiento 3: Grama común (*Cynodon sp*)

Figura 6

Diseño de la investigación



El diseño de la investigación se planteó como un esquema observacional, que permitió evaluar las variables del estudio. Este diseño se representó de la siguiente manera:

- OX: Representó la variable dependiente, que fue el Depósito de Material Excedente (DME). Este fue el objeto de estudio donde se realizaron las observaciones.
- OY: Representó las especies silvestres observadas en el estudio, que actuaron como la variable independiente. Estas fueron la Ceticio (*Cytisus racemosa*), el Aliso (*Alnus acuminata*) y la Grama común (*Cynodon Sp.*).
- M: Denotó la medición u observación de los parámetros de calidad del suelo asociados a la presencia de cada especie en el DME.

En este diseño, se evaluaron las características del suelo en las áreas donde las especies ya estaban establecidas, buscando determinar si la presencia de cada tipo de especie se asociaba con diferencias en la calidad del suelo. Antes de la instalación de las especies silvestres, se realizó una toma de muestra compuesta del suelo del DME N.º 06 para conocer las condiciones iniciales de degradación.

3.1.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

A. Población

El trabajo de investigación se realizó en el Depósito de Material Excedente DME N.º 06 (KM 34+400); con tanto con 26,695.11 m² (2.66 Has) Ver anexo N.º 09. Geográficamente, se ubican en las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 3

Coordenada Geográfica, UTM, zona18S

VÉRTICE	LADO	DISTANCIA	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	7.33	339013.162	8907014.73
B	B-C	40.55	339018.781	8907010.02
C	C-D	50.39	338998.489	8906974.91
D	D-E	75.05	338970.549	8906932.97
E	E-F	41.19	338910.913	8906887.4
F	F-G	44.83	338900.605	8906847.52
G	G-H	25.66	338884.148	8906805.82
H	H-I	16.16	338869.455	8906784.79
I	I-J	35.68	338853.858	8906780.54
J	J-K	68.02	338830.477	8906753.59
K	K-L	57.36	338765.948	8906732.08
L	L-M	28.95	338742.87	8906784.59
M	M-N	63.5	338736.777	8906812.89
N	N-O	24.15	338781.063	8906858.4
O	O-P	33.99	338799.389	8906874.13
P	P-Q	34.93	338829.238	8906890.39
Q	Q-R	52.03	338843.034	8906922.48
R	R-S	11.66	338881.39	8906957.64
S	S-T	18.96	338892.735	8906960.35
T	T-U	40.66	338911.675	8906961.3
U	T-V	13.38	338950.012	8906974.84
V	V-W	25.38	338960.206	8906983.51
W	W-X	20.99	338983.362	8906993.9
X	X-A	15.45	339001.18	8907004.99

B. Muestra y Muestreo

La muestra estuvo conformada por el área del Depósito del Material Excedente “DME”.

Tabla 4

Área de influencia directa revegetada

Parámetro	Valor
PROGRESIVA	KM: 34+400
ÁREA	26695.11 m ²
ÁREA	2.66 Ha
PERÍMETRO	846.25 m
VOLUMEN	253841.00 m ³
DIQUE ROCA ACOMADA	430.14 m
LONG. ACCESO	269.36 ml
LADO	IZQUIERDO

Tabla 5

Especies usadas para la revegetación

Ítem	Especies	Nombre científico
1	Ceticio	Cytisus racemosa
2	Aliso	Alnus acuminata
3	Grama común	Cynodon sp.

La muestra estuvo conformada por suelos con 3 especies silvestres en donde se evaluaron parámetros: Capacidad de Intercambio Catiónico “C.I.C.”, pH, Nitrógeno “N”, Fosforo “P”, Potasio “K”, Calcio “Ca”, Magnesio “Mg”, Sodio “Na”, Hidrogeno “H” y Conductibilidad Eléctrica “C.E”.

3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El estudio se centró en la caracterización de las condiciones edáficas existentes en el Depósito de Material Excedente (DME) N.º 06, donde las especies Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) y Grama común (*Cynodon Sp.*) ya se encontraban establecidas. La recolección de datos consistió principalmente en la toma y análisis de muestras de suelo.

3.2.1 MUESTREO DE CAMPO:

Se realizó una toma de un total de 12 muestras de suelo, distribuidas equitativamente para la evaluación de las tres especies revegetadas presentes en el área del DME N.º 06. El muestreo se llevó a cabo siguiendo los lineamientos para la obtención de la información en campo

3.2.2 MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS EN CAMPO:

Para la toma de muestras y el registro de datos en campo, se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

- **Materiales:** Cuaderno de campo y formatos de cadena de custodia.
- **Equipos:** Un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para el registro de coordenadas, una cámara fotográfica para documentar el sitio de muestreo y un termómetro ambiental para registrar las condiciones de temperatura.
- **Indumentaria de Seguridad:** El personal de campo empleó guantes, mascarilla y guardapolvo como parte del protocolo de seguridad.

3.2.3 PROCESO DE REGISTRO DE DATOS EN CAMPO:

La información relevante de cada punto de muestreo se registró en formatos y bitácoras de campo. Las fichas de toma de muestra de suelo contuvieron los siguientes datos:

- **Datos generales:** Nombre del sitio de estudio, razón social, uso principal del área, provincia, distrito y dirección del predio.
- **Datos del punto de muestreo:** Coordenadas UTM, técnica de muestreo empleada e instrumentos utilizados
- **Datos de las muestras:** Fecha y hora de la toma, número de muestra, y cualquier medición o dato relevante observado directamente en campo.

- **Etiquetado:** Cada muestra fue identificada con etiquetas que incluyeron el código de la muestra, el código del laboratorio, el lugar y la fecha de muestreo, entre otros datos relevantes.

3.2.4 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE MUESTRAS:

Las muestras de suelo obtenidas en campo fueron adecuadamente almacenadas y transportadas al Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Toxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) para su posterior análisis.

3.3 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para el procesamiento y la presentación de los datos obtenidos en la recolección, se utilizó el programa IBM SPSS Statistics versión 23. Este software fue empleado para la ejecución de las pruebas estadísticas, lo que permitió analizar y presentar los datos de forma cualitativa y cuantitativa.

Se trabajó con 4 muestras por cada área de especie evaluada (es decir, 4 muestras para Aliso, 4 para Ceticio y 4 para Grama común, totalizando 12 muestras de suelo analizadas).

Con los valores obtenidos del análisis de las muestras de suelo, se elaboraron los gráficos y tablas correspondientes. Estos elementos visuales y tabulares sirvieron como base para la interpretación de los datos y para contrastar la hipótesis planteada en el estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS

Tabla 6

Evaluación del efecto de la especie silvestre Aliso (Alnus acuminata) en los parámetros físicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

Indicador	Unidad	Medida inicial	Medida Post	Error Estándar	Lím. Inferior (95% NC)	Lím. Superior (95% NC)
Humedad	%	5.37	40.76	7.13	18.07	63.46
Densidad Aparente	g/cm ³	1.72	1.44	0.08	1.2	1.68
Arena	%	65.00	57.5	1.8	51.77	63.23
Arcilla	%	12.00	15	0.5	13.41	16.59
Limo	%	20.00	27.5	1.5	22.73	32.27

Nota. Datos recopilados en campo

La Tabla 6 detalla la evolución de las propiedades físicas del suelo en las áreas intervenidas con *Alnus acuminata*. En el análisis inicial, el suelo presentó un contenido de humedad de 5.37% y una densidad aparente de 1.72 g/cm³. Posterior a la etapa de evaluación final, se logró registrar que la humedad media subió a 40.76%; en cambio, la densidad aparente bajó a 1.44 g/cm³.

Con relación a la composición granulométrica, al inicio tenía 65.00% de arena 15.00% de limo y 20.00% de arcilla; por eso, se clasificaba como Franco Arenoso. De acuerdo con la fase post-test, se tuvo que el limo subió a 27.50% la arena bajó a 57.50%; de ese modo, la arcilla quedó en 15.00%, en el cual estos cambios hicieron que la textura pasara a Franco Arcillo Arenosa.

Tabla 7

Evaluación del efecto de la especie silvestre Aliso (Alnus acuminata) en los parámetros químicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

Indicador	Unidad	Medida inicial	Medida post	Error Estándar	Límite Inferior (95% NC)	Límite Superior (95% NC)
pH	-	8.4	7.1	0.43	5.72	8.48
M.O.	%	0.8	1.56	0.26	0.72	2.39
C.E.	dS/m	0.8	0.26	0.05	0.11	0.41
N total	%	0.035	0.078	0.013	0.04	0.12
P disp.	ppm	1.2	4.7	0.33	3.66	5.74
K ₂ O disp.	ppm	90	115.38	2.51	107.41	123.35
CIC		5.5	15.26	1.21	11.43	19.09

Nota. Datos recopilados en campo

La tabla 7 muestra el comportamiento de los parámetros químicos del suelo en las áreas con *Alnus acuminata*, en la cual, el suelo empezó con un pH de 8.40 que lo hacía fuertemente alcalino. En la fase post-test, este pH bajó a 7.10 y quedó neutro. En tanto, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), también mejoró y subió de 5.50 cmol(+)/kg a 15.26 cmol(+)/kg de media.

En función a ello, los nutrientes del suelo aumentaron en general; en donde, el nitrógeno total subió de 0.035% a 0.078%. Asimismo, el fósforo disponible pasó de 1.20 ppm a 4.70 ppm. Además, el potasio disponible aumentó de 90.00 ppm a 115.38 ppm. Incluso, la materia orgánica (M.O), mejoró bastante y subió de 0.80% a 1.56% de media; lo cual corrigió la deficiencia inicial. Por último, la conductividad eléctrica (C.E), bajó de 0.80 dS/m a 0.26 dS/m de media y redujo los niveles de sales.

Tabla 8

Evaluación del efecto de la especie silvestre Ceticio (Cytisus racemosa) en los parámetros físicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

Indicador	Unidad	Medida inicial	Medida post	Error Estándar	Lím. Inferior (95% NC)	Lím. Superior (95% NC)
Humedad	%	5.37	51.22	1.12	47.64	54.8
Densidad Aparente	g/cm ³	1.72	1.27	0.05	1.11	1.43
Arena	%	65	48.5	1.26	44.49	52.51
Limo	%	15	34.5	1.5	29.73	39.27
Arcilla	%	20	17	0.58	15.16	18.84

Nota. Datos recopilados en campo

En la tabla 8, se detalla directamente la evolución que se presenta de las propiedades físicas del suelo después de haber realizado la intervención con la especie *Cytisus racemosa*. Al realizarse el análisis inicial, se evidenció que el suelo mostró una densidad aparente elevada de 1.72 g/cm³ y un contenido de humedad reducido de 5.37%. Después de realizarse la evaluación final, se registró una reducción positiva de la densidad aparente, ya que bajó a 1.27 g/cm³ y mientras tanto la humedad mostró un incremento significativo al lograr alcanzar el 51.22%.

En cuanto a la composición granulométrica, el suelo inicial tenía 65% de arena, 15% de limo y 20% de arcilla. En tanto, en la fase post-test, se evidenció una reestructuración acerca de las fracciones del suelo, donde: la arena se redujo a 48.5%, la arcilla disminuyó a 17% y el limo experimentó una subida significativa al lograr un equivalente de 34.5%. Es preciso mencionar, que estas modificaciones indican una transición directa en la estructura física del sustrato hacia una clase textural franca, lo que llega a proporcionar al suelo una porosidad más elevada y una capacidad superior para la retención hídrica en las parcelas analizadas en el estudio.

Tabla 9

Evaluación del efecto de la especie silvestre Ceticio (Cytisus racemosa) en los parámetros químicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

Indicador	Unidad	Medida inicial	Media post	Error Estándar	Límite Inferior (95% NC)	Límite Superior (95% NC)
pH	-	8.4	6.76	0.35	5.61	7.91
M.O.	%	0.8	1.63	0.25	0.81	2.45
C.E.	dS/m	0.8	0.19	0.05	0.03	0.35
N total	%	0.035	0.082	0.012	0.04	0.12
P disp.	ppm	1.2	3.35	0.58	1.51	5.19
K ₂ O disp.	ppm	90	184.28	18.77	93.68	274.88
CIC		5.5	13.41	1.32	9.19	17.63

Nota. Datos recopilados en campo

La tabla 9, presenta todas aquellas variaciones químicas registradas del suelo bajo la influencia de *Cytisus racemosa*. El pH inicial, comenzó con un nivel de carácter fuertemente alcalino de 8.40 y bajó a un estado neutro con un promedio final post-test se redujo a 6.76 neutro después de la evaluación. En cuanto a la Capacidad de intercambio catiónico (CIC), se mostró un aumentó desde un punto de partida de 5.50 cmol(+)/kg hasta una media final de 13.41 cmol(+)/kg.

Respecto al contenido nutricional, el nitrógeno total logró un aumento de 0.035% a 0.082% y al mismo tiempo el fósforo disponible subió de 1.20 ppm a 3.35 ppm. El potasio disponible (K₂O) registró el incremento más notable, subiendo de 90.00 ppm a 184.28 ppm. En contraste con lo observado anteriormente, la materia orgánica (M.O.) experimentó una recuperación efectiva, pasando del 0.80% inicial a una media de 1.63%. Finalmente, la conductividad eléctrica (C.E.) mostró una mejora al disminuir de 0.80 dS/m a 0.19 dS/m, indicando una reducción de la salinidad en el sustrato del depósito de material excedente.

Tabla 10

Evaluación del efecto de la especie silvestre Grama común (Cynodon Sp.) en los parámetros físicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

Indicador	Unidad	Medida inicial	Medida post	Error Estándar	Lím. Inferior (95% NC)	Lím. Superior (95% NC)
Humedad	%	5.37	49.64	1.83	43.79	55.49
Densidad Aparente	g/cm ³	1.72	1.28	0.11	0.94	1.62
Arena	%	65	49	0.82	46.4	51.6
Limo	%	15	33	0.82	30.4	35.6
Arcilla	%	20	18	0.82	15.4	20.6

Nota. Datos recopilados en campo

La Tabla 10 muestra las variaciones en las propiedades físicas del suelo tras el establecimiento de la especie *Cynodon sp.* De acuerdo con la caracterización inicial, el suelo tenía una densidad aparente de 1.72 g/cm³ y una humedad baja de 5.37%. Posterior a la fase de evaluación final, la densidad aparente bajó a 1.28 g/cm³ de media; mientras que, la humedad media subió mucho hasta 49.64%.

Con relación a la composición granulométrica, al inicio el suelo tenía 65.00% de arena, 15.00% de limo y 20.00% de arcilla. De ese modo, tras realizada la fase post-test, el limo subió a 33.00%, la arcilla quedó en 18.00% y la arena bajó a 49.00%. En síntesis, estos cambios mejoraron la estructura física del suelo; dado que, ahora retiene más agua y está menos compactado que el depósito de material excedente original.

Tabla 11

Evaluación del efecto de la especie silvestre Grama común (Cynodon Sp.) en los parámetros químicos para la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

Indicador	Unidad	Medida inicial	Medida post	Error Estándar	Límite Inferior (95% NC)	Límite Superior (95% NC)
pH	-	8.4	7.12	0.43	6.27	7.96

Indicador	Unidad	Medida inicial	Medida post	Error Estándar	Límite Inferior (95% NC)	Límite Superior (95% NC)
M.O.	%	0.8	1.3	0.11	1.09	1.51
C.E.	dS/m	0.8	0.29	0.12	0.05	0.52
N total	%	0.035	0.065	0.005	0.055	0.075
P disp.	ppm	1.2	4.47	0.67	3.17	5.77
K ₂ O disp.	ppm	90	169.4	28.88	112.8	226
CIC		5.5	9.41	1.4	6.66	12.16

Nota. Datos recopilados en campo

Según la Tabla 11, el comportamiento de los indicadores químicos del suelo, después de establecer *Cynodon sp.* El suelo cambió en sus indicadores químicos, dado que al inicio el pH era 8.40 y era alcalino. Al final, bajó a 7.12 de media y se acercó a la neutralidad. En tanto, la CIC también mejoró y pasó de 5.50 cmol(+)/kg a 9.41 cmol(+)/kg de media.

De esta forma, los nutrientes disponibles subieron; así, el nitrógeno total pasó de 0.035% a 0.065%; asimismo, el fósforo disponible aumentó de 1.20 ppm a 4.47 ppm. Incluso, el potasio disponible (K₂O) tuvo un aumento grande y subió de 90.00 ppm a 169.40 ppm. A diferencia de antes, la materia orgánica se recuperó bien y subió de 0.80% a 1.30% de media. Por ello, es que la conductividad eléctrica bajó de 0.80 dS/m a 0.29 dS/m.; lo cual, confirma que bajó la salinidad en las parcelas con grama común.

Tabla 12

Evaluación del efecto de la especie silvestre Grama común (Cynodon Sp.) en la concentración de plomo en el suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

Especie	Media (mg/Kg)	Error Estándar	Mínimo (mg/Kg)	Máximo (mg/Kg)	Límite ECA Agrícola (mg/Kg)
Aliso	15.3	1.70	11.91	19.53	70
Ceticio	20.26	2.62	16.6	27.93	70
Grama común	22.46	0.98	20.23	24.4	70

Nota. Datos recopilados en campo

Como se observa en la tabla, las concentraciones de plomo en los tres sustratos son bajas y se encuentran significativamente por debajo del límite máximo permisible de 70 mg/Kg establecido por la normativa peruana (ECA Suelo para uso agrícola).

El suelo con Grama común presentó el promedio más elevado de plomo (22.46 mg/Kg), mientras que el suelo bajo la influencia del Aliso reportó el valor más bajo (15.30 mg/Kg). A pesar de estas variaciones estadísticas entre tratamientos, todos los resultados confirman que el suelo cumple con los estándares de seguridad ambiental, descartando riesgos por contaminación de este metal pesado y validando su total aptitud para el proyecto de revegetación y cierre de pasivos ambientales.

Tabla 13

Análisis de las especies silvestres Ceticio (Cytisus racemosa), Aliso (Alnus acuminata), Grama común (Cynodon Sp.) en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025

Parámetro	Unidad	Aliso (Media ± E.E.)	Ceticio (Media ± E.E.)	Grama común (Media ± E.E.)
FÍSICOS				
Humedad	%	40.77 ± 7.13	51.22 ± 1.12	49.64 ± 1.83
Densidad Aparente	g/cm ³	1.44 ± 0.08	1.27 ± 0.05	1.28 ± 0.11
Arcilla	%	15.00 ± 0.82	17.00 ± 0.58	18.00 ± 0.82
QUÍMICOS				
pH	-	7.10 ± 0.43	6.76 ± 0.35	7.12 ± 0.43
Materia Orgánica (M.O.)	%	1.56 ± 0.26	1.63 ± 0.25	1.30 ± 0.11
Nitrógeno Total (N)	%	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01
Fósforo (P) disp.	ppm	4.70 ± 0.33	3.35 ± 0.58	4.47 ± 0.67
Potasio (K ₂ O) disp.	ppm	115.38 ± 2.51	184.28 ± 18.77	169.40 ± 28.88
CIC	cmol (+) /Kg	15.26 ± 1.21	13.41 ± 1.32	9.41 ± 1.40
METAL PESADO				
Plomo (Pb)	mg/Kg	15.30 ± 1.70	20.26 ± 2.62	22.46 ± 0.98

Nota. Datos recopilados en campo

Esta tabla resalta las diferencias clave entre los efectos de cada especie. El Ceticio destaca en la mejora de parámetros físicos, logrando la menor densidad aparente (1.27 g/cm^3) y la mayor retención de humedad (51.22%). En el aspecto químico, el Aliso sobresale por generar un suelo con la mayor capacidad para retener nutrientes (CIC de $15.26 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$), mientras que el Ceticio presenta la mejor recuperación de materia orgánica (1.63%).

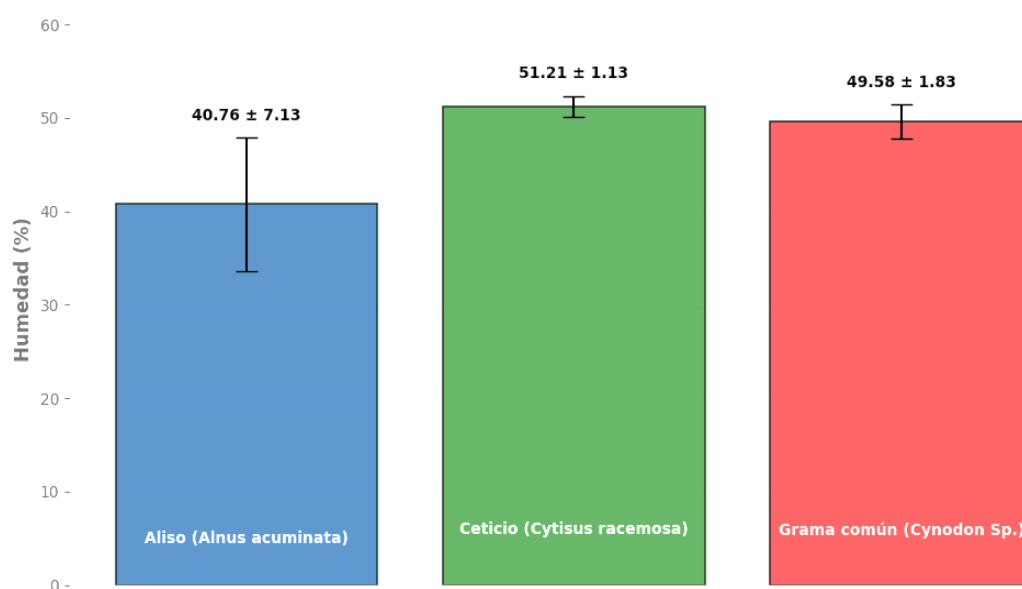
Las especies han logrado elevar los niveles de nutrientes:

- Materia Orgánica: El mayor valor lo presenta el Ceticio (1.63%), seguido por el Aliso (1.56%).
- Nitrógeno: El Aliso y el Ceticio mantienen niveles estables de 0.08%.
- Fósforo: El valor más alto corresponde al Aliso (4.70 ppm).

El Aliso demuestra ser la especie más consistente para la retención de nutrientes clave (CIC y Fósforo), mientras que el Ceticio es el más efectivo para la rehabilitación física y el aporte de materia orgánica. Esta diferenciación funcional confirma que la selección de estas especies es técnicamente adecuada para la rehabilitación de los DME en el proyecto vial.

Figura 7

Comparación de la humedad del suelo por especie

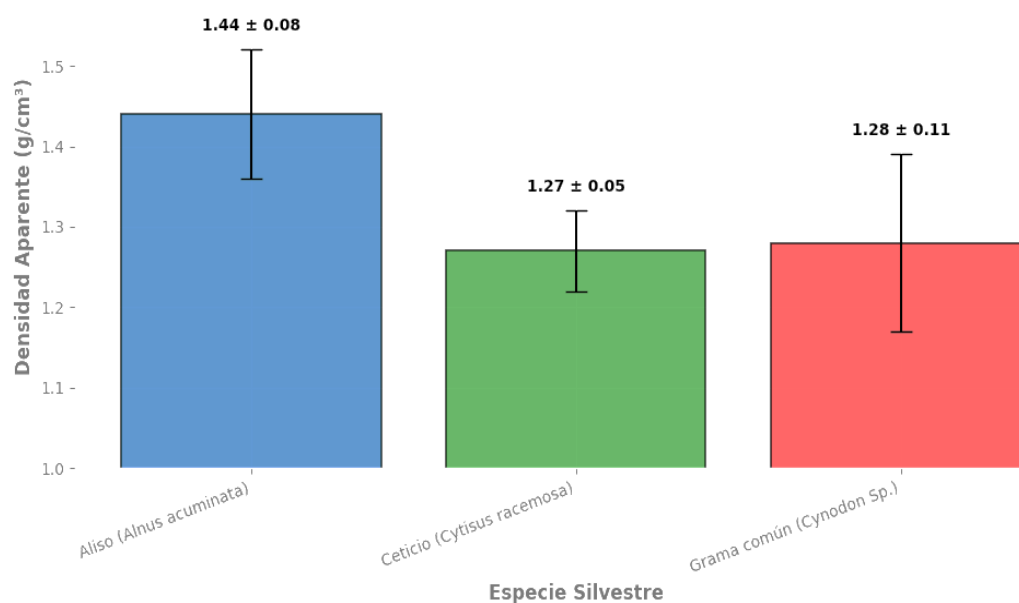


Nota. Figura basada en la tabla 13

La Figura presenta la comparación de la humedad del suelo tras el establecimiento de las tres especies silvestres. El Ceticio (*Cytisus racemosa*) muestra la media de humedad más alta (51.21%). Por su parte, el Aliso (*Alnus acuminata*) registra la media de humedad más baja (40.76%), presentando además un error estándar significativamente mayor (7.13), lo que indica una alta variabilidad en los datos de sus cuatro réplicas. En contraste, el Ceticio y la Grama común (*Cynodon sp.*) presentan medias de humedad similares (51.21% y 49.58%, respectivamente) acompañadas de un error estándar mucho menor (1.12 y 1.83), lo que sugiere que estas especies promueven una retención hídrica más consistente y estable en el sustrato del DME.

Figura 8

Comparación de la densidad aparente del suelo por especie

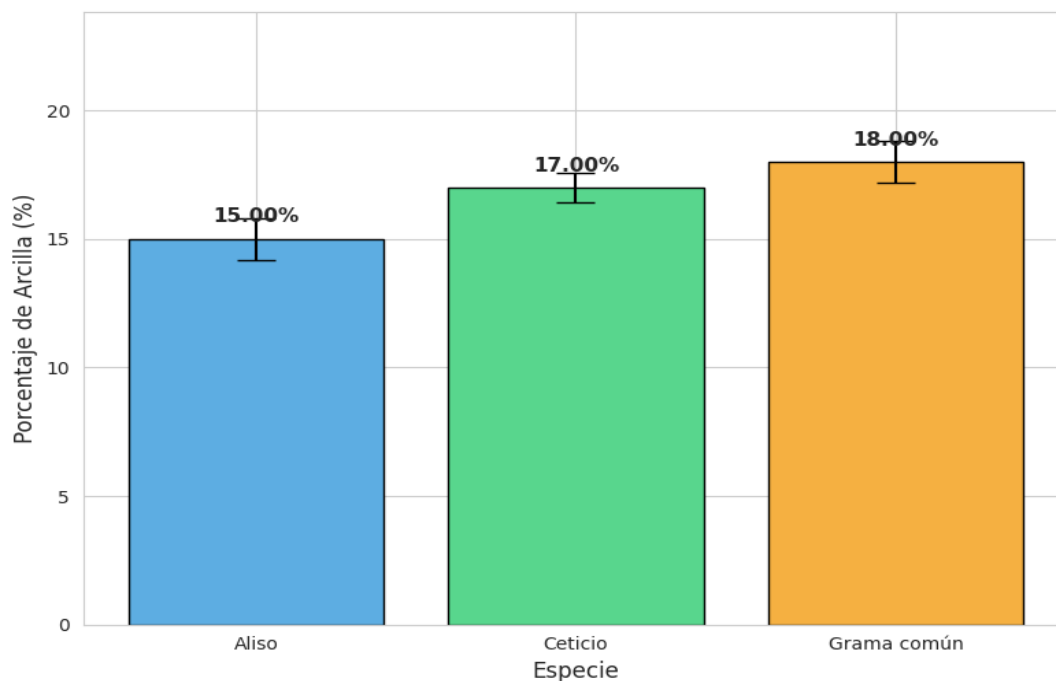


Nota. Figura basada en la tabla 13

El Ceticio (1.27 g/cm³) y Grama común (1.28 g/cm³) muestran los valores de densidad aparente más bajos. Esto sugiere que estas especies son las más efectivas para reducir la compactación y mejorar la estructura del suelo, aumentando el espacio poroso. El Aliso (1.44 g/cm³) tiene la densidad aparente más alta de las tres especies, indicando que el suelo en su área de influencia está más compactado en comparación con el Ceticio y la Grama común.

Figura 9

Comparación del porcentaje de arcilla en el suelo por especie

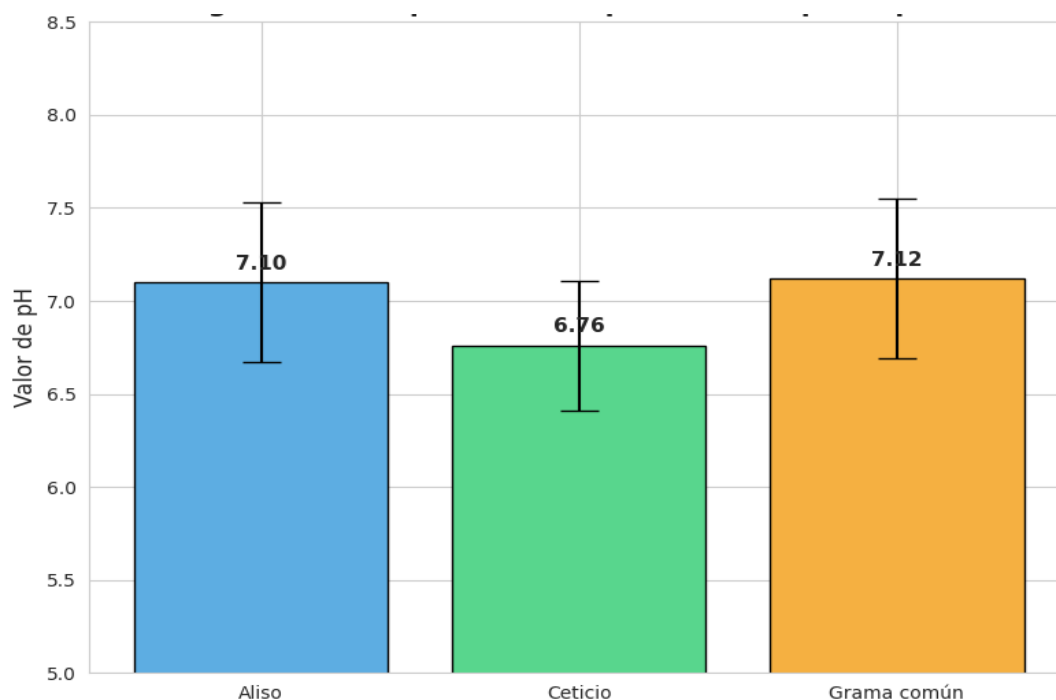


Nota. Figura basada en la tabla 13

La figura muestra la comparación del porcentaje de arcilla presente en el suelo bajo la influencia de las tres especies. La Grama común (*Cynodon* sp.) presenta el valor más elevado (18.00%), mientras que el Aliso (*Alnus acuminata*) registra el menor porcentaje (15.00%). A diferencia de lo que sugeriría un suelo arcilloso, los valores obtenidos para las tres especies (15% a 18%) indican que el sustrato del DME es predominantemente de textura franca o franco-arenosa, no un suelo fino. Por lo tanto, aunque la Grama común aporte ligeramente una mayor proporción de partículas finas, la capacidad de retención hídrica y de nutrientes del DME en este proyecto depende más de la materia orgánica y el manejo del nitrógeno que de la presencia de arcilla, ya que esta última se encuentra en proporciones moderadas que favorecen la aireación y evitan el encharcamiento.

Figura 10

Comparación del pH del suelo por especie

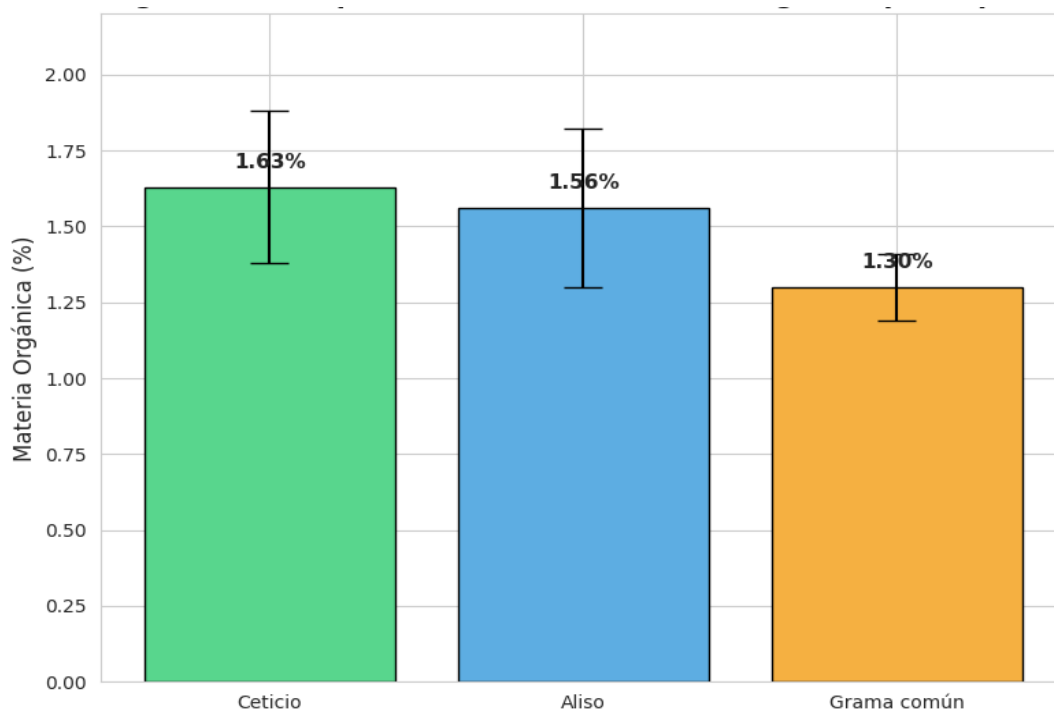


Nota. Figura basada en la tabla 13

La figura presenta la comparación del pH del suelo post-test según la especie silvestre instalada. Los resultados indican que los suelos bajo influencia de Aliso (*Alnus acuminata*) y Grama común (*Cynodon* sp.) presentan una reacción prácticamente neutra, con medias de 7.10 y 7.12 respectivamente. El suelo asociado al Ceticio (*Cytisus racemosa*) muestra una media de 6.76, situándose en el rango ligeramente ácido a neutro. Es importante destacar que, tras la intervención, ninguna de las especies mantiene la alcalinidad inicial (8.40) reportada en la línea de base, lo que evidencia que el establecimiento de estas especies ha facilitado una regulación del pH hacia condiciones más favorables para la disponibilidad de nutrientes.

Figura 11

Comparación del porcentaje de materia orgánica en el suelo por especie

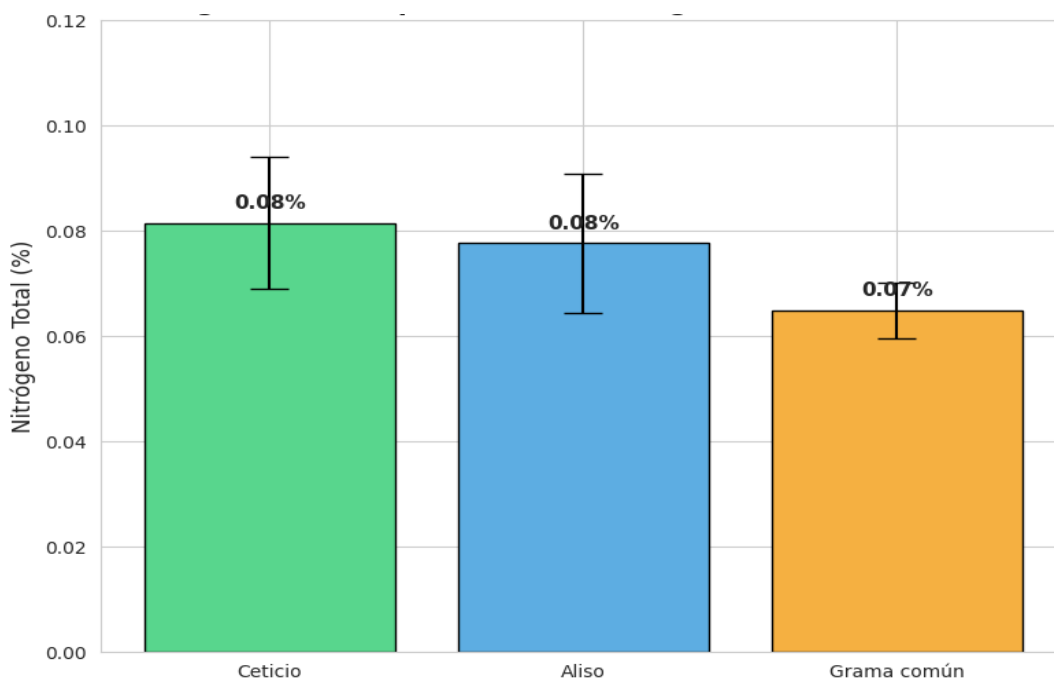


Nota. Figura basada en la tabla 13

La figura presenta la comparación del porcentaje de materia orgánica (M.O.) en el suelo según la especie silvestre instalada. A diferencia de lo estimado inicialmente, los resultados de laboratorio indican que el Ceticio (*Cytisus racemosa*) registra la media más alta de materia orgánica (1.63%), seguido muy de cerca por el Aliso (*Alnus acuminata*) con 1.56%. Esto sugiere que tanto el Ceticio como el Aliso poseen una mayor capacidad para la acumulación de biomasa y aporte de residuos orgánicos al suelo bajo las condiciones del DME. La Grama común (*Cynodon* sp.) presenta la media más baja (1.30%), aunque sigue mostrando niveles de recuperación significativamente superiores al valor inicial de 0.80%. Esta tendencia confirma que las especies leñosas (Aliso y Ceticio) contribuyen con mayor eficiencia al incremento del carbono orgánico en comparación con la gramínea evaluada.

Figura 12

Comparación del porcentaje de Nitrógeno en el suelo por especie

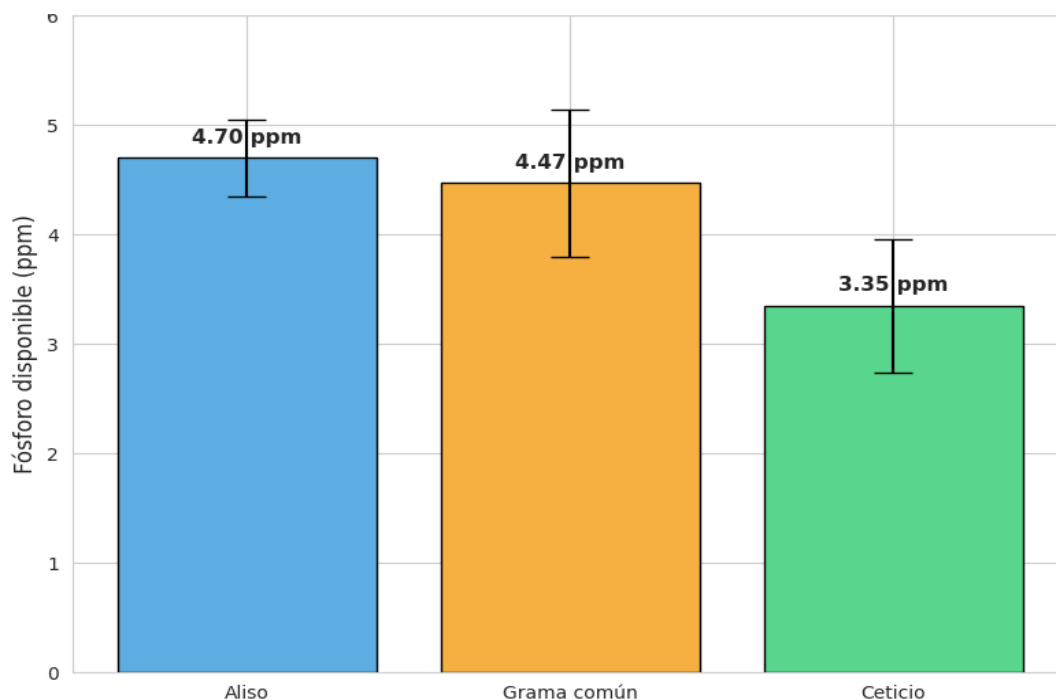


Nota. Figura basada en la tabla 13

La figura 12 presenta la comparación del nitrógeno total en el suelo según la especie silvestre instalada. Los resultados muestran una notable homogeneidad en los niveles de nitrógeno para el Ceticio (*Cytisus racemosa*) y el Aliso (*Alnus acuminata*), ambos con una media de 0.08%. Esta consistencia en el Aliso es coherente con su capacidad biológica como especie fijadora de nitrógeno a través de la simbiosis con microorganismos, lo cual facilita la conversión de nitrógeno atmosférico en formas aprovechables para el suelo. La Grama común (*Cynodon* sp.) presenta una media ligeramente inferior (0.07%), con una variabilidad mínima (E.E. = 0.01), lo que confirma que las tres especies han logrado estabilizar el aporte de nitrógeno en el sustrato del DME, contribuyendo a revertir la deficiencia inicial detectada en la línea de base.

Figura 13

Comparación del fósforo disponible en el suelo por especie

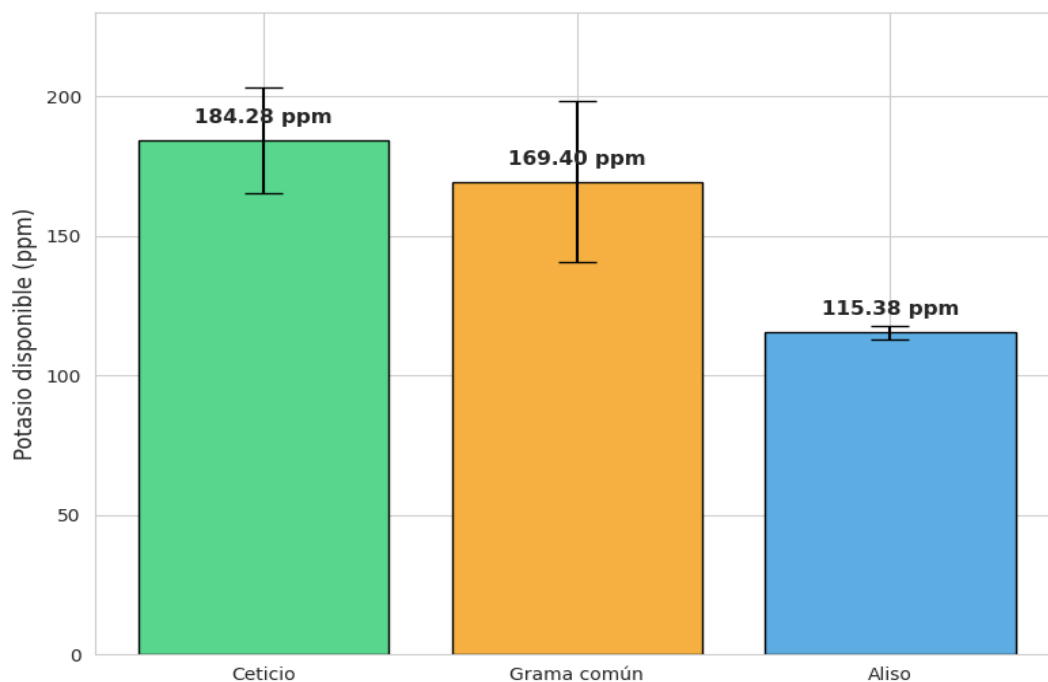


Nota. Figura basada en la tabla 13

La figura 13 presenta la comparación del fósforo disponible (P) en el suelo según la especie silvestre instalada. El suelo bajo la influencia del Aliso (*Alnus acuminata*) presenta la media más alta de fósforo disponible (4.70 ppm), seguido de cerca por la Grama común (*Cynodon sp.*) con 4.47 ppm. El Ceticio (*Cytisus racemosa*) muestra la media más baja (3.35 ppm). Estos resultados indican que, si bien todas las especies contribuyen a la disponibilidad de fósforo en comparación con el nivel inicial de 1.20 ppm, el Aliso y la Grama común presentan una mayor eficiencia en el mantenimiento de este nutriente. Esta diferencia no se atribuye a una alcalinidad excesiva, ya que las tres especies han estabilizado el pH en niveles cercanos a la neutralidad, sino que sugiere una respuesta diferencial en la demanda nutricional de cada especie o en su capacidad para facilitar la solubilización del fósforo en la rizosfera bajo las condiciones específicas del DME.

Figura 14

Comparación del potasio disponible en el suelo por especie

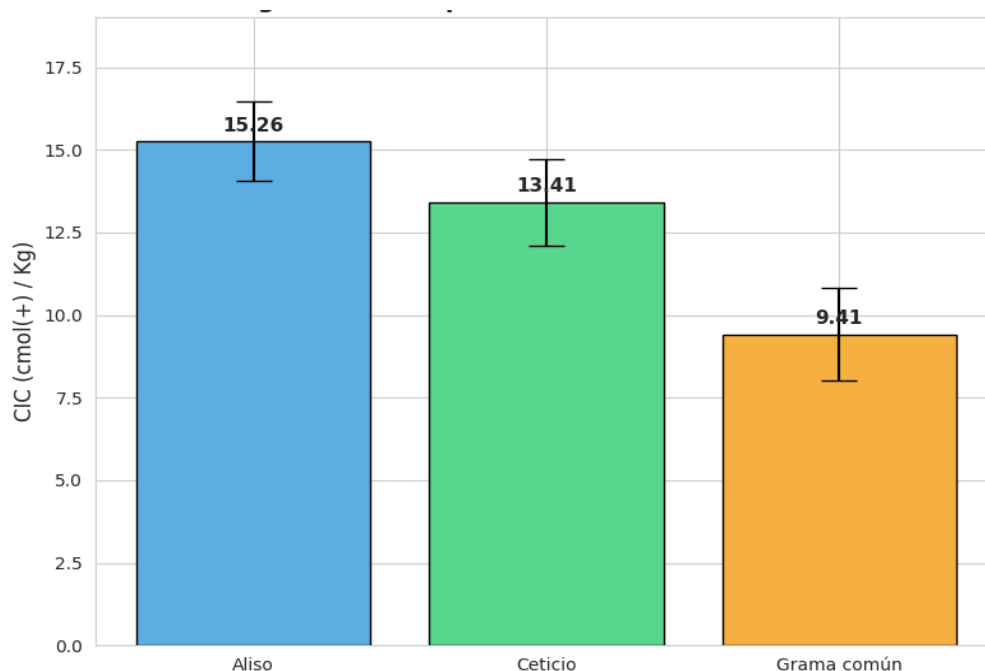


Nota. Figura basada en la tabla 13

La figura 14 presenta la comparación del potasio disponible (K₂O) en el suelo según la especie silvestre instalada. Los resultados indican que el Ceticio (*Cytisus racemosa*) y la Grama común (*Cynodon* sp.) presentan los niveles más elevados de potasio, con medias de 184.28 ppm y 169.40 ppm, respectivamente. Esto sugiere que estas especies poseen una mayor eficiencia en la movilización de potasio en el sustrato del DME, posiblemente debido a una actividad rizosférica que favorece la liberación de este nutriente desde las partículas del suelo o a una mayor tasa de reciclaje de residuos orgánicos. El Aliso (*Alnus acuminata*) registra el nivel más bajo (115.38 ppm); no obstante, este valor representa un incremento sustancial respecto al nivel de referencia inicial, lo que confirma que las tres especies contribuyen positivamente a mejorar el estatus de potasio en el suelo, independientemente de las diferencias observadas entre ellas.

Figura 15

Comparación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en el suelo por especie

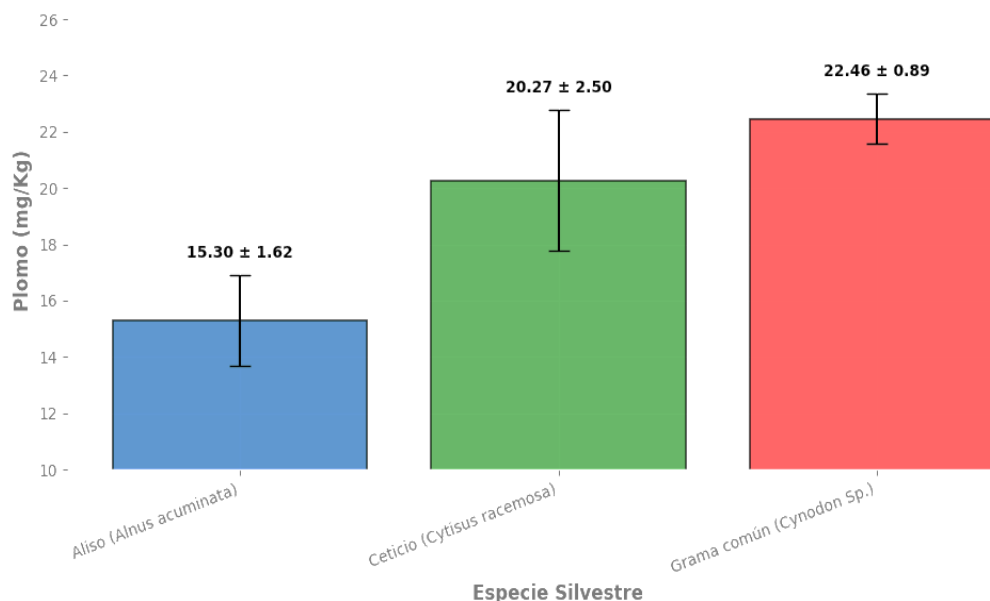


Nota. Figura basada en la tabla 13

La figura 15 presenta la comparación de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en el suelo según la especie silvestre instalada. El suelo bajo la influencia del Aliso (*Alnus acuminata*) presenta la CIC más elevada (15.26 cmol(+)/Kg), lo que le confiere una mayor capacidad fisicoquímica para retener y liberar cationes (nutrientes) esenciales, convirtiéndose en la especie con mayor potencial para la mejora de la fertilidad en el largo plazo. El Ceticio (*Cytisus racemosa*) presenta un valor intermedio (13.41 cmol(+)/Kg), demostrando también un desempeño eficiente. Por su parte, la Grama común (*Cynodon sp.*) registra la CIC más baja (9.41 cmol(+)/Kg); aunque esto sugiere una menor capacidad de almacenamiento de nutrientes, es un valor esperado para una gramínea con una dinámica de descomposición de biomasa diferente. Estos resultados confirman que la instalación de especies leñosas (Aliso y Ceticio) contribuye significativamente a mejorar la estructura coloidal del suelo del DME.

Figura 16

Comparación de la concentración de plomo en el suelo por especie



Nota. Figura basada en la tabla 13

La Figura 16 presenta la comparación de la concentración de plomo en el suelo según la especie silvestre instalada. El suelo asociado al Aliso (*Alnus acuminata*) presenta la concentración media más baja de plomo (15.30 mg/Kg). Por otro lado, la Grama común (*Cynodon sp.*) y el Ceticio (*Cytisus racemosa*) reportan las concentraciones más elevadas, con medias de 22.46 mg/Kg y 20.26 mg/Kg, respectivamente. Es imperativo señalar que, independientemente de estas variaciones estadísticas, los valores registrados en las tres especies se encuentran significativamente por debajo del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelo agrícola (70 mg/Kg). Esto confirma que el plomo en el DME no representa un factor de riesgo ni una limitante para el desarrollo de la vegetación, siendo las concentraciones observadas valores basales seguros para el ecosistema evaluado.

Tabla 14

Prueba de normalidad de los datos con Shapiro-Wilk

Parámetro	Aliso (p-value)	Aliso (Norm.)	Ceticio (p-value)	Ceticio (Norm.)	Grama común (p-value)	Grama común (Norm.)
pH	0.763	Sí	0.268	Sí	0.407	Sí

Parámetro	Aliso (p-value)	Aliso (Norm.)	Ceticio (p-value)	Ceticio (Norm.)	Grama común (p-value)	Grama común (Norm.)
Humedad	0.009	No	0.907	Sí	0.253	Sí
Densidad Aparente	0.162	Sí	0.829	Sí	0.063	Sí
Arena	0.85	Sí	0.406	Sí	0.683	Sí
Limo	0.224	Sí	0.001	No	0.683	Sí
Arcilla	0.024	No	0.024	No	0.683	Sí
Conductividad Eléctrica	0.14	Sí	0.358	Sí	0.482	Sí
Materia Orgánica	0.063	Sí	0.956	Sí	0.539	Sí
Nitrógeno Total	0.063	Sí	0.96	Sí	0.602	Sí
Fósforo Disponible	0.582	Sí	0.269	Sí	0.696	Sí
Potasio Disponible	0.964	Sí	0.978	Sí	0.512	Sí
CIC	0.16	Sí	0.513	Sí	0.537	Sí

Nota. Datos procesados con SPSS, versión 26

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk determinó que, para la mayoría de los parámetros evaluados, los datos presentan una distribución normal ($p > 0.05$). Sin embargo, se identificaron excepciones en la Humedad (Aliso), Limo (Ceticio) y Arcilla (Aliso y Ceticio), donde los datos no siguen una distribución normal ($p \leq 0.05$). Debido a que no todos los indicadores cumplen con el supuesto de normalidad en todas las especies, se recomienda utilizar pruebas estadísticas no paramétricas, específicamente la Prueba H de Kruskal-Wallis, para el análisis comparativo entre los tres grupos independientes, asegurando así la validez estadística del estudio.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

H_i: Las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*), Grama común (*Cynodon Sp.*) tienen efecto en la mejora de la

calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.

H₀: Las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) Grama común (*Cynodon Sp.*) *no tienen efecto* en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 56 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.

Nivel de significancia: 0.05

Estadístico de prueba: Prueba H de Kruskal-Wallis

Tabla 15

Prueba de hipótesis con H de Kruskal-Wallis

Parámetro	Estadístico H (Chi-cuadrado)	gl	Sig. asintótica (p-valor)
Humedad	0.299	3	0.8611
Densidad Aparente	3.846	3	0.1462
Arena	3.231	3	0.1988
Limo	7.69	3	0.0214
Arcilla	7.719	3	0.0211
pH	5.996	3	0.0499
M.O. (%)	1.081	3	0.5825
C.E. (dS/m)	0.507	3	0.776
N total (%)	0.507	3	0.776
P disp. (ppm)	3.194	3	0.2025
K2O disp. (ppm)	6.731	3	0.0345
CIC	5.654	3	0.0592
Pb (mg/Kg)	6.038	3	0.0488

Nota. Datos procesados con SPSS, versión 26. Para completar la hipótesis, la parte estadística plantea evaluar las diferencias entre las especies.

De acuerdo con el análisis estadístico realizado mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- **Parámetros con Diferencia Significativa ($p < 0.05$):** Se halló evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula en los indicadores de Arena, Limo, Arcilla, Potasio Disponible y Plomo. Esto significa que existen diferencias significativas en cómo las tres especies influyen en la

estructura física del suelo (granulometría) y en la disponibilidad de potasio, además de presentar variaciones diferenciadas en la concentración de plomo.

- **Parámetros sin Diferencia Estadística ($p > 0.05$):** Indicadores críticos como el pH, Humedad, Densidad Aparente, Materia Orgánica, Nitrógeno Total, Fósforo y CIC no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Esto es un hallazgo positivo: implica que las tres especies (Aliso, Ceticio y Grama común) tienen una capacidad homogénea y comparable para mejorar estos parámetros. En otras palabras, independientemente de la especie elegida, el suelo alcanza niveles de fertilidad y mejora física similares.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Objetivo General: Determinar el efecto de las especies silvestres Ceticio (*Cytisus racemosa*), Aliso (*Alnus acuminata*) y Grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06.

La investigación mostró que, las tres especies silvestres ayudan a mejorar la calidad del suelo en el Depósito de Materiales Excedentes (DME) N.º 06. Al principio, el sustrato estaba muy compactado y tenía un pH de 8.40 muy alcalino. Después del trabajo, el pH se estabilizó entre 6.76 y 7.12, cerca de la neutralidad; lo cual, quitó el problema químico que impedía que las raíces crecieran bien.

Físicamente, el Ceticio, fue el mejor para bajar la densidad aparente a 1.27 g/cm^3 y mejorar la aireación del suelo. Mientras que, químicamente, el Aliso fue el más fuerte y alcanzó una Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de $15.26 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$; lo que, ayuda a que los nutrientes estén disponibles por más tiempo. De ese modo, la prueba de Kruskal-Wallis confirmó que, los cambios en la estructura del suelo y en el potasio y plomo fueron reales y significativos.

La materia orgánica (promedio 1.50%) y el nitrógeno total (0.07-0.08%), todavía están más bajos que en un suelo agrícola bueno; pero, ya subieron respecto al inicio. Tal como lo afirman, Madariaga (2022) y Quesada (2020), recuperar la fertilidad en suelos dañados es un proceso lento; donde al principio, la planta se concentra en crecer su propia biomasa. En definitiva, el mayor logro fue el gran aumento de la humedad del suelo de 5% a 40-51%; lo cual, ayuda a que las plantas sobrevivan y evita que el talud se erosione.

Objetivo Específico 1: Evaluar el efecto de la especie silvestre Ceticio (*Cytisus racemosa*)

El Ceticio tuvo un efecto muy positivo en la estructura física del suelo, dado que, bajó la densidad aparente a 1.27 g/cm^3 y subió mucho la retención de humedad hasta 51.22%. Por otro lado, químicamente, reguló el pH a 6.76, que es neutro-ligeramente ácido. Además, acumuló la mayor cantidad de

materia orgánica con 1.63%; por eso, es una especie clave para recuperar físicamente el sustrato.

Objetivo Específico 2: Evaluar el efecto de la especie silvestre Aliso (*Alnus acuminata*)

El Aliso se destacó sobre todo en la mejora de las propiedades químicas, debido a que, subió la CIC a 15.26 cmol(+)/kg, lo que muestra que el suelo puede retener mejor los nutrientes. En tanto, el nivel de nitrógeno llegó a 0.08%, lo cual es moderado; pero, normal en las primeras etapas de recuperación de suelos degradados. Como dice Madariaga (2022), en esta fase la planta usa la fijación de nitrógeno para crecer su biomasa y preparar el suelo para después.

Objetivo Específico 3: Evaluar el efecto de la especie silvestre Grama común (*Cynodon sp.*)

La Grama común es aquella que, funciona como un ingeniero físico del suelo. Esta logró una densidad aparente de 1.28 g/cm³ y una alta retención de humedad de 49.64%; aunque, tiene la CIC más baja (9.41 cmol(+)/kg), su sistema de raíces denso da cohesión y protege el talud. Por lo que, su papel complementa al de las especies leñosas y ayuda a evitar la erosión superficial.

Objetivo Específico 4: Analizar la mejora comparativa de la calidad del suelo

El análisis con la prueba de Kruskal-Wallis, mostró diferencias significativas en la textura y en el potasio disponible; pero, la mayoría de los indicadores de fertilidad fueron similares entre las especies. Esto es bueno porque significa que, no hay una especie mejor que las otras, sino que se complementan. El Ceticio y la Grama común lideran la mejora física; mientras que, el Aliso y el Ceticio lideran la parte química (CIC y materia orgánica). Por eso, es que la estrategia de revegetación con las tres especies, es válida y efectiva para rehabilitar los DME.

CONCLUSIONES

Se concluye que:

Las especies silvestres *Alnus acuminata* (Aliso), *Cytisus racemosa* (Ceticio) y *Cynodon sp.* (Grama común), ayudaron mucho a rehabilitar el suelo del DME N.º 06; debido a que, lograron pasar de un sustrato inerte y compactado a un suelo con propiedades físicas y químicas que ya funcionan. Esta intervención biológica, estabilizó el pH entre 6.76 y 7.12; incluso, mejoró bastante la capacidad de retención hídrica que, subió de 5.37% inicial a más del 40%. Aunque, la materia orgánica y el nitrógeno total todavía están bajos comparados con suelos agrícolas buenos, estos valores ya son más altos que al principio; esto muestra que, la recuperación es una sucesión ecológica que recién está empezando.

El *Cytisus racemosa* (Ceticio), es la especie que más impacto tuvo en la mejora de las propiedades físicas. Su establecimiento permitió reducir la densidad aparente a 1.27 g/cm³ y alcanzó la mayor retención de humedad (51.22%). Estas características demuestran que el Ceticio actúa como un acondicionador físico del sustrato, aumentando la porosidad y reduciendo la compactación inducida por las actividades de movimiento de tierras previas a la revegetación.

El *Alnus acuminata* (Aliso) destaca por su efecto determinante en la mejora química del suelo. Esta especie alcanzó la mayor Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) con 15.26 cmol(+)/kg, valor que triplica la capacidad inicial del sustrato (5.50 cmol(+)/kg). Este resultado confirma la eficacia del Aliso como agente bio-mejorador, incrementando significativamente la capacidad del suelo para retener y suministrar nutrientes esenciales para el desarrollo de la cobertura vegetal.

La *Cynodon sp.* (Grama común) demostró un efecto positivo enfocado en la estabilidad superficial y física del terreno. Con una densidad aparente de 1.28 g/cm³ y una retención hídrica del 49.64%, esta especie actúa como un “ingeniero ecosistémico” que mediante su sistema radicular denso favorece la cohesión del suelo y previene la erosión hídrica en los taludes del DME.

Aunque su aporte químico a la CIC fue menor que el de las especies leñosas, su contribución mecánica es indispensable para la integridad física del depósito.

En tanto, el análisis integral con la prueba de Kruskal-Wallis muestra que, no hay una especie superior a las otras. Más bien, existe una complementariedad entre ellas. De ese modo, el Ceticio y la Grama común, ayudan más a mejorar la estructura física del suelo; debido a que, reducen la densidad y aumentan la porosidad; en cambio, el Aliso se destaca en la fertilidad química al subir la CIC. Por eso, la mejor estrategia para rehabilitar el DME, es usar un sistema de revegetación mixto con las tres especies; dado que, esto garantiza un equilibrio entre la estabilidad mecánica y la capacidad química del suelo.

RECOMENDACIONES

Dado que, el suelo del DME N.º 06 todavía tiene poca materia orgánica, nitrógeno y fósforo, conviene hacer un plan de fertilización orgánica poco a poco. Asimismo, se recomienda la aplicación del compost de 15 a 20 t/ha o, humus de lombriz de 8 a 10 t/ha; con el fin de, incorporarlos en los primeros 20 cm del suelo, lo cual ayuda a recuperar la fertilidad de forma gradual y; mejora los nutrientes para las plantas leñosas y gramíneas.

Se sugiere no usar solo una especie en los proyectos futuros de estabilización de taludes y recuperación de depósitos de material, sino la combinación de plantas con roles distintos da mejores resultados; por lo que, se debe hacer siembra mixta con especies de soporte físico como *Cytisus racemosa* y *Cynodon* sp. que, mejoran la porosidad y retienen más agua. Junto con especies mejoradoras como *Alnus acuminata* que suben la CIC y ayudan al ciclo de nutrientes. Es así que, esta unión hace que el ecosistema sea más fuerte y estable.

Con el propósito de asegurar la recuperación del suelo, es necesario realizar un programa de seguimiento cada año con análisis de laboratorio. De esa manera, el monitoreo permitirá mirar cómo es que evoluciona la materia orgánica, los niveles de nitrógeno y cuántas plantas sobreviven. Así, se pueden tomar decisiones con una base de datos y ajustar las enmiendas orgánicas, donde el suelo siga degradado.

Con respecto al potencial fijador de nitrógeno de *Alnus acuminata* y *Cytisus racemosa*, se sugiere probar la inoculación con microorganismos específicos desde el vivero; en el cual, se usan bacterias del género *Frankia* para el aliso y *Rhizobium* para el ceticio. Por consiguiente, las plantas ya tienen los simbiosis activos cuando estas se trasplantan al DME. Esto permite acelerar la fijación de nitrógeno en el suelo y hace que, las plantas crezcan más fuertes desde el principio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almada, G. R. (2020). Efecto de la temperatura y la salinidad en la germinación de las especies *Echinopsis leucantha* y *Denmoza rhodacantha* para un uso potencial en actividades de restauración en la provincia de Mendoza. Tesina, Universidad Nacional de Cuyo, Ciencias Agrarias, Argentina. Recuperado el 11 de agosto de 2024.
- Alvarado, S., Silva, C., & Cáceres, D. (11 de 2010). Modelación de episodios críticos de contaminación por material particulado (PM10) en Santiago de Chile. Comparación de la eficiencia predictiva de los modelos paramétricos y no paramétricos. *Scielo*,24(6).
- American Psychological Association. (2010). Manual de Publicaciones de la American Psychological Association (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.
- Ayalo, D., Ojeda, C., Olaya, J., & Pereira, L. (26 de julio de 2012). Evaluación de la Calidad del Aire mediante la estimación y comparación de curvas típicas no paramétricas. *Revista de la Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Medellín*, 1(1), 41-48. <https://revistas.unal.edu.com>.
- Cantalejos, P. J. (2021). "Estudio de la restauración pasiva de ecosistemas degradados por la actividad petrolera en las áreas de concesión Barrancas y La Ventana, provincia de Mendoza". Tesina, Universidad Nacional de Cuyo, Ciencias Agrarias, Argentina. Recuperado el 11 de agosto de 2024. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/15978/cantalejos-pablo-tesina-1.pdf.
- CENEPRED. (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (Vol. II). Magdalena del Mar, Lima, Perú: NEVA STUDIO SAC. https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/CENEPRED/M anual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf.

- Chucos Palomino, A. A. (2020). Impacto ambiental del manejo de residuos sólidos del botadero “El Porvenir” - El Tambo. Tesis, Universidad Continental, Huancayo.
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8794/4/IV_F IN_107_TI_Chucos_Palomino_2020.pdf.
- Constitución Política del Perú. (1993). Artículo 2.- Derechos fundamentales. www.oas.org/juridico/spanish/per_res17.pdf.
- Cristina, I. (2016). Modelo Gaussiano de dispersión y la estimación de la tasa de emisión de material particulado en la zona costera del panamericano sur en el distrito de paracas provincia Pisco. Tesis, Ica, Pisco.
https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/bitstream/20.500.12990/1644/1/Tesis_Modelo%20Gaussiano_Dispersi%C3%B2n%20Estimaci%C3%B2n_Tasa%20Emisi%C3%B2n.pdf.
- Cuesta Poveda, B. (2010). Revegetación de campos agrícolas abandonados en ambientes mediterráneos continentales de la eco fisiología de los individuos a las propiedades ecosistémicas. Tesis doctoral, Universidad de Alcalá, Ecología, Madrid.
- Daniel Dalmaso, A. (junio de 2010). Revegetación de áreas degradadas con especies nativas. Scielo,45(1-2).
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722010000100011
- Quesada Alzamora, G. E. (2018). Revegetación y reforestación en áreas afectadas por la minería en la localidad de Hualgayoc, Cajamarca. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Ciencias forestales, Lima.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3927/de-quezada-alzamora-gonzalo-enrique2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández Zubiarte, J. A. (2021). Revegetación y reforestación de la plataforma DOM-1 del lote 116 ubicado en el departamento de Amazonas, Perú. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Ciencias Forestales, Lima.

Fundación de la jardinería y el paisaje. (29 de junio de 2020). Fundación de la jardinería y el paisaje.

<https://www.ntjdejardineria.org/que-son-las-revegetaciones/#:~:text=Las%20revegetaciones%20son%20el%20establecimiento,m%C3%A1s%20oportunas%20en%20cada%20caso.>

GESTIRIEGO. (1 de junio de 2016).

<https://www.gestiriego.com/5-parámetros-importantes-en-su-análisis-de-suelo/>.

Hernández Sampieri, R. (2020). Metodología de la Investigación.

México. <https://shre.ink/3frD>.

LEY N° 1278, D. 0.-2.-M. (s.f.). Ley General de Residuos Sólidos. Perú.

Madariaga Catalán, S.B. (2022). EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS DE REVEGETACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS PARA LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL EN EL SANTUARIO DE LA NATURALEZA QUEBRADA DE LA PLATA, REGIÓN METROPOLITANA. Informe, Universidad de Chile, Silvicultura y Conservación de la Naturaleza, Chile. Recuperado el 11 de agosto de 2024.

https://cesaf.uchile.cl/wp-content/uploads/2023/10/PROYECTO_SABINA_MADARIAGA_PDF.pdf

Martínez Ruiz, C., & Fernández Santos, B. (01 de abril de 2023). Papel de la Hidrosiembra en la revegetación de escombreras mineras. Universidad de Valladolid (63), 113.

MINAM. (2005). Ley General del Ambiente. Informe, Congreso de la Republica - Perú, Lima. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>.

MINAM. (2012). Gosario de términos para la gestión ambiental peruana. Lima, Perú.

<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/504.pdf>.

MINAM. (2014). Guía para el Muestreo de Suelos. Informe, MINAM, Lima.
Recuperado el 13 de agosto de 2024.

MINAM. (2014). Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos. Lima.
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/RM-N%C2%B0-085-2014-MINAM.pdf>.

MINAM. (2014). Guía para Muestreo de Suelos. Gobierno del Perú, Lima.
Recuperado el 13 de AGOSTO de 2024.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2702-guia-para-muestreo-de-suelos>.

Ministerio del Medio Ambiente de Colombia. (2024). Guía Ambiental para el Saneamiento y Cierre de Botaderos a Cielo Abierto. (IDEAM, Ed.) Colombia. <https://shre.ink/3f8Y>

Morantes, R., Rincón, G., & Pérez, A. (1 de febrero de 2019). Modelo de regresión lineal múltiple para estimar concentración de PM1. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 35, 179 - 194.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.01.13>

OEFA. (26 de OCTUBRE de 2022). Defensoría del Pueblo: Nuevas autoridades municipales deben priorizar acciones en materia ambiental.
<https://www.defensoria.gob.pe/defensoria-del-pueblo-nuevas-autoridades-municipales-deben-priorizar-acciones-en-materia-ambiental/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20OEFA%20existen%20m%C3%A1s%20de%201700%20botaderos%20no%20autorizados%20a%20nivel%20nacional>.

Palacios Dominguez, G. R. (2021). Determinación de humedad de suelo para la conservación de los. Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae, Ingeniería Agraria, Huaura.
<https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1022/Tes>

is%20Palacios%20Dom%C3%ADnguez%2C%20Graciela%20Rebeca.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PAUCAR SULLCA, S. P. (2020). Efecto de la revegetación con *Festuca dolichophylla* en la disminución de *Aciachne pulvinata* en un área de pastoreo de una comunidad campesina en la región de Huancavelica. Tesis posgrado, UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA, CIENCIAS DE INGENIERÍA, Huancavelica. Recuperado el 12 de agosto de 2024. <https://shre.ink/3fDT>.

Pineda Cipriano, A. R. (2022). "EFECTO DE LAS PLANTAS NATIVAS Ichu (*Stipa ichu*), Queñual (*Polylepis racemosa*), Quishuar (*Buddleja incana*), EN LA REVEGETACIÓN DEL DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE N° 10 (Km 50+680), CARRETERA HUÁNUCO LA UNIÓN - HUÁNUCO 2021". Tesis pregrado, Universidad de Huánuco, Ingeniería Ambiental, Huánuco. Recuperado el 11 de agosto de 2024

Quintana, G., Rincón, G., & Pérez, N. (21 de 8 de 2020). Modelo de regresión lineal múltiple para estimar concentración de PM1. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 35(1). <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.01.13>

Román, W. (2019). Modelo de simulación y el monitoreo de la calidad de aire en la ciudad de Pucallpa. Tesis, Pucallpa. <https://shre.ink/3f8a>.

Romero Rojas, G. (26 de agosto de 2019). Uso de depósitos de material excedente (DME's) y su impacto en la gestión vial. Linkined. <https://shre.ink/3f8m>.

Scribd. (2019). Especificaciones Técnicas de acondicionamiento de depósitos de material excedente. <https://shre.ink/3fD8>.

Tropical Coast. (2024). Recuperado el febrero de 2024, de Mediterranean Seansations at Home. <https://shre.ink/3fDK>.

Vargas, V. (2019). Modelamiento geoestadístico para la determinación de polvo atmosférico sedimentable, usando los métodos de colectores de polvo y placas receptoras en el área de influencia directa de una ladrillera en el Distrito de Calana–Tacna. Tacna. <https://shre.ink/3fDS>.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Avila Solis, L. (2026). Efecto de especies silvestres ceticio (*Cytisus racemosa*), aliso (*Alnus acuminata*), grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (Km 34+400) proyecto vial tramo I - Huánuco - Punto Unión 2025 [Tesis de titulación profesional, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

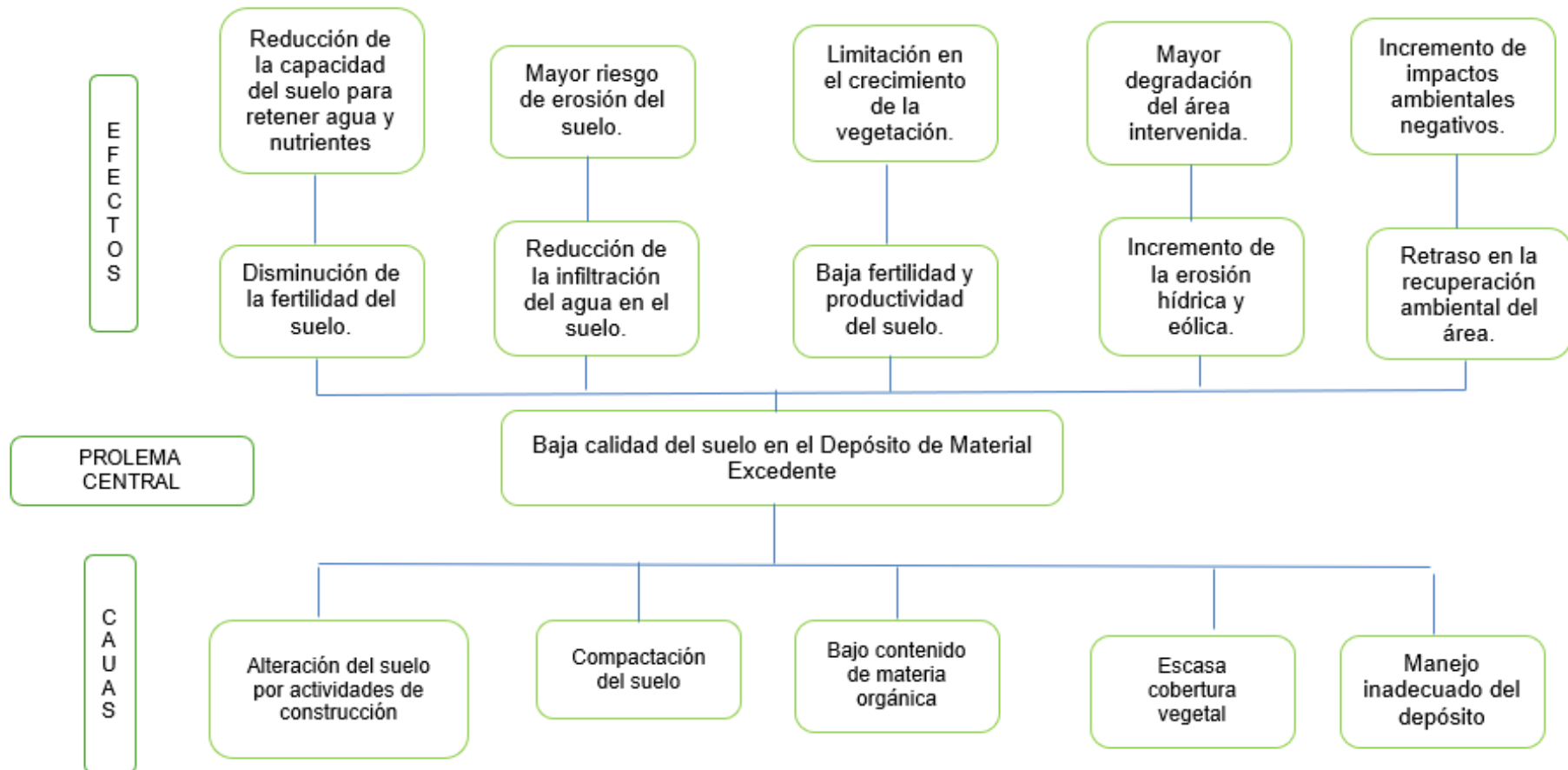
Título: “Efecto de especies silvestres ceticio (*Cytisus racemosa*), aliso (*Alnus acuminata*), grama común (*Cynodon sp.*) en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (Km 34+400) proyecto vial tramo I - Huánuco - Punto Unión 2025”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General:	Variable	Tipo de investigación
¿Cuál será el efecto de las especies silvestres Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>), Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) Grama común (<i>Cynodon sp.</i>) en la mejora de la calidad del suelo del DME N°06 (KM 34+400), ¿Proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?	Determinar el efecto de las especies silvestres Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>), Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) Grama común (<i>Cynodon sp.</i>) en la mejora de la calidad del suelo del DME N.º 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.	Hi: Las especies silvestres Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>), Aliso (<i>Alnus acuminata</i>), Grama común (<i>Cynodon Sp.</i>) tienen efecto en la mejora de la calidad del suelo del DME N° 06 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025	dependiente Depósito de Material Excedente “DME” Variable Independiente Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>), Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) y Grama común (<i>Cynodon sp.</i>)	El presente proyecto de investigación fue de tipo aplicada; puesta que la investigación hizo una descripción de la problemática real y a su vez se realizó una evaluación de la variable de estudio. (Hernández Sampieri, 2020)
Problema Específico	Objetivo Especifico	Ho: Las especies silvestres Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>), Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) Grama común (<i>Cynodon Sp.</i>) no tienen efecto en la mejora		Enfoque Presenta un enfoque cuantitativo; puesto que se sacaron conclusiones a partir del manejo de las

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál será el efecto de la especie silvestre Aliso (<i>Alnus acuminata</i> ?) en la mejora de la calidad del suelo del DME N°06 (KM 34+400) en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?	Evaluar el efecto de la especie silvestre Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) en la mejora de la calidad del suelo del DME N°06 (KM 34+400) en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.	de la calidad del suelo del DME N° 56 (KM 34 + 400), proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.		variables, las cuales se usaron para probar la hipótesis planteada; empleando el uso estadístico para la obtención de resultados. Población El trabajo de investigación se realizó en el Depósito de Material Excedente DME N.º 06 (KM 34+400); con tanto con 26,695.11 m2 (2.66 Has) Muestra La muestra estuvo conformada por el área del Depósito del Material Excedente.
¿Cuál será el efecto de la especie silvestre Grama común (<i>Cynodon sp.</i>) en la revegetación del depósito de material excedente N°06 (KM 34+400) en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025?	Evaluar el efecto de la especie silvestre Grama común (<i>Cynodon sp.</i>) en la mejora de la calidad del suelo del DME N°06 (KM 34+400) en el proyecto vial tramo I – Huánuco – Punto Unión 2025.			
¿Cuál de las especies silvestres Ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>) Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) Grama común (<i>Cynodon sp.</i>) presentara mejora en la calidad del DME N°06 (KM 34+400) en el proyecto vial tramo I Huánuco – Punto Unión 2025?	Analizar las especies silvestres ceticio (<i>Cytisus racemosa</i>), aliso (<i>Alnus acuminata</i>), grama común (<i>Cynodon sp.</i>) en la mejora de la calidad del suelo del DME N°06 (KM 34+400), proyecto vial tramo I – Huánuco - Punto Unión 2025.			

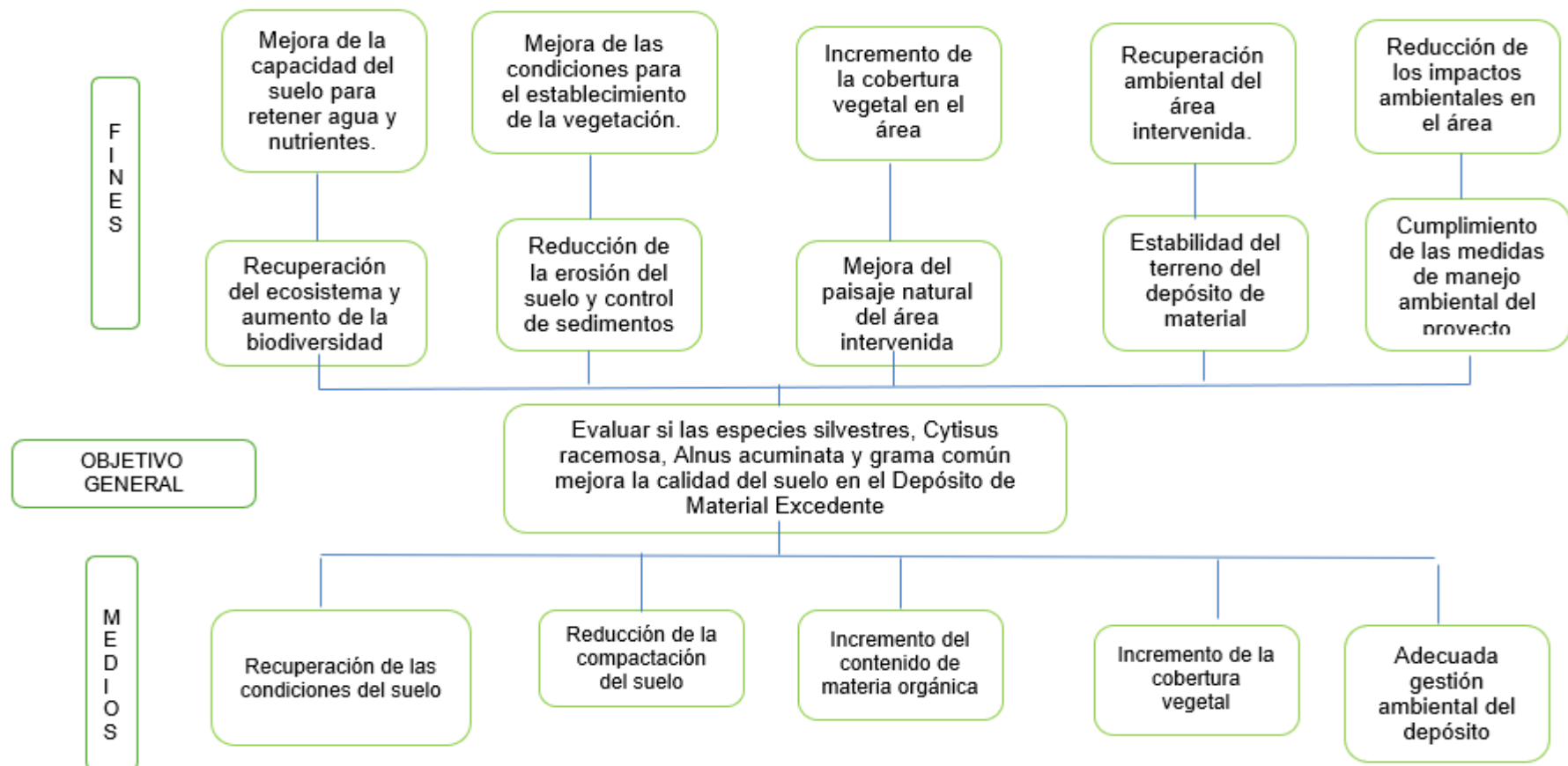
ANEXO 2

ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



ANEXO 3

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4
FICHA DE CAMPO – CADENA DE CUSTODIA

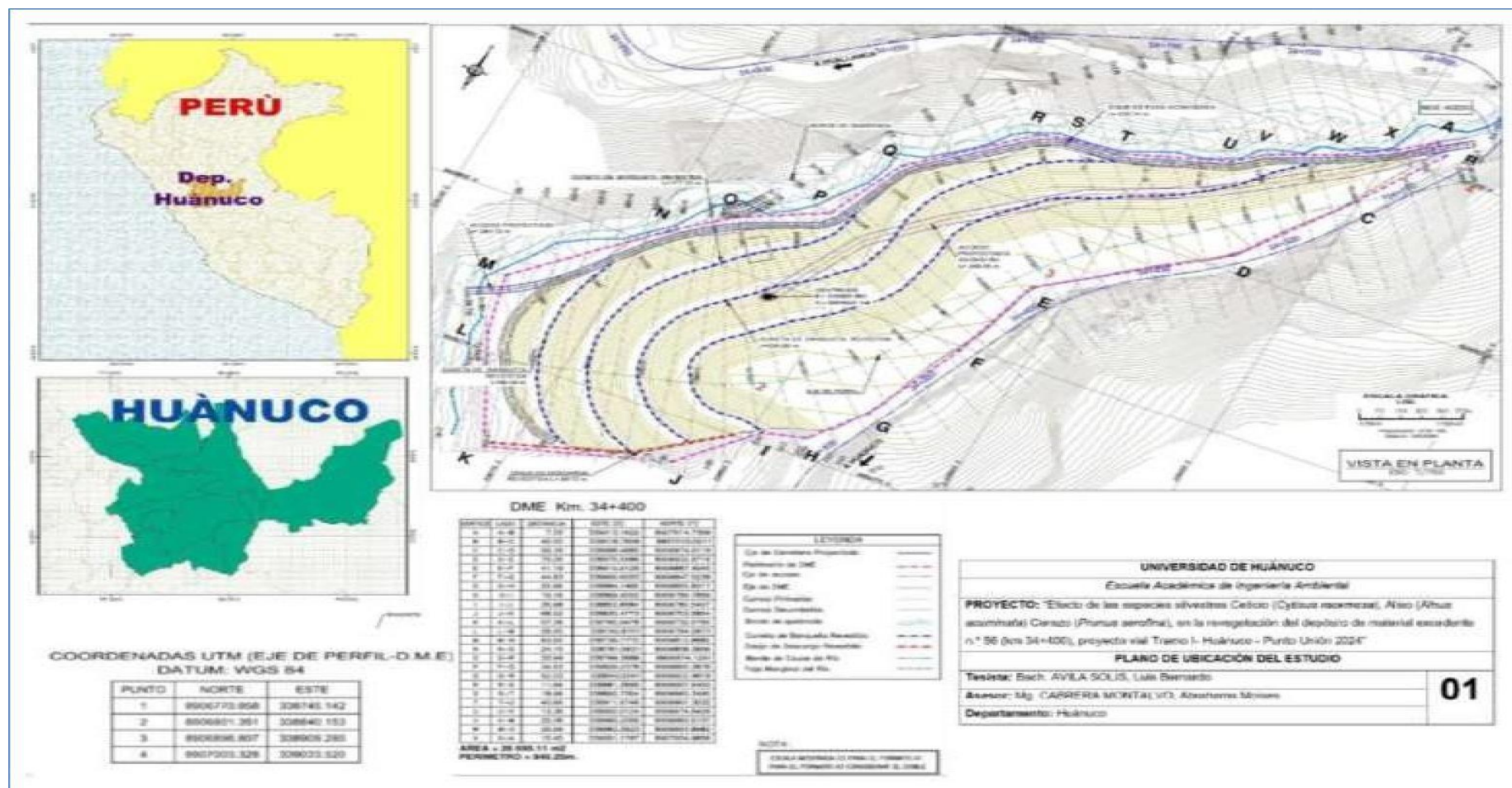
Muestreo de Suelo

Nombre de la empresa/ institución:	
Nombre del sitio:.....Comunidad Campesina.....	
Coordenadas UTM (Norte/Sur):	Altura (msnm).....
Condiciones climáticas:	
Caudal:.....	
Parámetros (Tabla N° 01)	
Distrito:	Provincia: Región:
Fecha y hora del muestreo:	Tipo de muestreador empleado.....
Nombre de equipo portátil utilizado:..... Código.....	
Fecha de calibración.....	
Nombre del Técnico responsable del muestreo:.....DNI.....	
Firma.....	
Nombre del laboratorio:	
Código de ingreso de la muestra al laboratorio.....	

Nota. (MINAM, 2014)

ANEXO 5

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



ANEXO 6

REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL DME KM +34+400 L.I.

	
Vista panorámica del DME Km 34+400 L.I. de la conformación de taludes y banquetas con material excedente del corte DDV.	Preparación y/o roturación de los taludes y banquetas del DME 34+400 L.I. Para actividades de revegetación
	
Preparación y/o roturación de los taludes y banquetas del DME 34+400 L.I. Para actividades de revegetación	Preparación y/o roturación de los taludes y banquetas del DME 34+400 L.I. Para actividades de revegetación.
	

Acopio y uso de top soil (material orgánico) del DME 34+400 L.I. en los taludes y banquetas	Acopio y uso de top soil (material orgánico) del DME 34+400 L.I. en los taludes y banquetas
	
FOTOGRAFÍA.- Acopio y uso de top soil (material orgánico) del DME 34+400 L.I. en los taludes y banquetas	Acopio y uso de top soil (material orgánico) del DME 34+400 L.I. en los taludes y banquetas
	
Instalación de Grama común (Cynodon sp) en las banquetas y taludes del DME 34+400 L.I.	Instalación de Grama común (Cynodon sp) en las banquetas y taludes del DME 34+400 L.I.
	
Instalación de aliso (Alnus acuminata) en las partes inferiores de los taludes del DME 34+400 L.I..	Instalación de Grama común (Cynodon sp) en las banquetas y taludes del DME 34+400 L.I.

	
Instalación de Grama común (Cynodon sp) en las banquetas y taludes del DME 34+400 L.I.	Instalación de Grama común (Cynodon sp) en las banquetas y taludes del DME 34+400 L.I.
	
Verificación y seguimiento del desarrollo de las especies instaladas en las banquetas en el DME 34+400 L.I.	Verificación y seguimiento del desarrollo de las especies instaladas en los taludes en el DME 34+400 L.I.
	
Verificación y mantenimiento de las especies instaladas en el DME 34+400 L.I.	Verificación y mantenimiento de las especies instaladas en el DME 34+400 L. I

	
Verificación y mantenimiento de las especies instaladas en el DME 34+400 L.I	Vista panorámica del DME 34+400 L.I. Constatación del desarrollo de las especies instaladas
	
Vista panorámica del DME 34+400 L.I. Constatación del desarrollo de las especies instaladas	Vista panorámica del DME 34+400 L.I. Constatación del desarrollo de las especies instaladas

ANEXO 7

CUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL SUELOS



ANALISIS DE SUELOS



SOLICITANTE:	AVILA SOLIS LUIS BERNARDO	FECHA DE REPORTE:	12/06/2024
PROCEDENCIA:	HUANCAPALLAC - KICHKI - HUANUCO - HUANUCO	RECIBO N°:	71982804
REFERENCIA:	CULTIVO	MUESTREO POR:	EL SOLICITANTE

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

N°	DATOS	ANALISIS FISICO							ANALISIS QUIMICO																	
		Humedad	Densidad Aparente	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	CE	pH	Materia Orgánica	N	C	P	K ₂ O	Pb	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidez Cambiable	Saturación de Aluminio
				Ao	Arc	Lo		dS/ m		M.O.	total	Orgánico	disponible		total		Calico	Magnesio	Fosforo	Sodio	Aluminio	Hidrogeno		%	%	%
	CODIGO DEL LABORATORIO	%	g/cm³	%	%	%		1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm	ppm		CAMBIABLES Cmol (+) /kg							%	%	%
1	825-1430	5.37	1.72	65	12	20	Franco Arenoso	0.80	8.4	0.80	0.035	0.81	1.20	90.00	39.80	5.50	4.50	0.83	0.20	0.40	0.00	0.00	--	100	0	0

C

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUA Y ECOTOXICOLOGIA


Mg. JIMMY ALCIDES OCAÑA REYES
JEFE





ANALISIS DE SUELOS



SOLICITANTE:	AVILA SOLIS LUIS BERNARDO	FECHA DE REPORTE:	11/06/2025
PROCEDENCIA:	HUANCAPALLAC - KICHKI - HUANUCO	RECIBO N°	33643536 - 5680237 - 5674128
REFERENCIA:	profundidad del muestreo 20 cm	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO																												
N°	DATOS		ANALISIS FISICO							ANALISIS QUIMICO																		
			Humedad	Densidad Aparente	Arena	Arilla	Limo	Clase Textural	CE	pH	Materia Organica	N	P	K ₂ O	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Base Cationica	Acidez Cationica	Saturacion de Absorcion	Pb		
			*H	Da	Ao	Arc	Lo				M.O.					total	disponible	Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio						Aluminio	Hidrogeno
	%	g/cm³	%	%	%	%	%				ppm					ppm												
	CODIGO DEL LABORATORIO	CODIGO DEL SOLICITANTE						1:1	1:1	%	%	ppm	ppm		CAMBIABLES					Cmol(+)/kg					%	%	%	mg/Kg
1	S25-0461	RUS 1	19.41	1.54	69	16	25	Franco Arenoso	0.16	6.08	1.96	0.098	4.624	121.296	12.708	10.475	1.737	0.303	0.193	0	0	—	100	0	0	16.43		
2	S25-0462	RUS 2	47.66	1.55	53	16	31	Franco Arenoso	0.34	8.01	1.10	0.068	4.680	114.608	13.602	11.896	1.232	0.299	0.175	0	0	—	100	0	0	19.53		
3	S25-0463	RUS 3	46.91	1.45	61	14	25	Franco Arenoso	0.34	6.71	2.06	0.103	4.010	108.124	17.283	14.589	2.174	0.299	0.222	0	0	—	100	0	0	11.91		
4	S25-0464	RUS 1	49.09	1.22	67	14	29	Franco Arenoso	0.20	7.60	1.10	0.066	6.688	116.476	17.464	14.744	2.156	0.301	0.263	0	0	—	100	0	0	13.32		
5	S25-0465	CENOS 1	51.40	1.26	49	18	33	Franco	0.28	7.66	1.84	0.092	4.680	192.821	15.960	13.198	2.176	0.463	0.134	0	0	—	100	0	0	16.60		
6	S25-0466	CENOS 2	54.11	1.14	49	18	33	Franco	0.26	6.88	2.19	0.110	2.168	170.646	12.130	9.667	1.902	0.463	0.098	0	0	—	100	0	0	17.31		
7	S25-0467	CENOS 3	48.65	1.31	51	16	33	Franco	0.17	6.24	1.44	0.072	2.476	141.121	10.277	7.706	2.117	0.379	0.077	0	0	—	100	0	0	19.18		
8	S25-0468	CENOS 1	50.70	1.37	45	16	39	Franco	0.06	6.25	1.04	0.062	4.186	232.629	16.269	12.036	2.618	0.563	0.153	0	0	—	100	0	0	27.93		
9	S25-0469	STNO COME 1	47.15	1.42	51	16	33	Franco	0.27	7.76	1.16	0.068	4.492	117.319	13.290	9.961	2.944	0.285	0.100	0	0	—	100	0	0	24.40		
10	S25-0470	STNO COME 2	46.75	1.40	47	18	36	Franco	0.07	6.10	1.66	0.078	4.931	189.145	7.918	6.232	1.148	0.413	0.126	0	0	—	100	0	0	23.76		
11	S25-0471	STNO COME 3	49.68	1.33	49	18	33	Franco	0.62	7.80	1.10	0.066	6.608	129.069	6.894	5.366	1.006	0.396	0.128	0	0	—	100	0	0	21.46		
12	S25-0472	STNO COME 1	54.96	0.96	49	20	31	Franco	0.18	6.71	1.38	0.069	2.660	242.060	9.618	7.801	1.061	0.679	0.067	0	0	—	100	0	0	20.23		

[illegible]

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo Maria

Dr. HUGO ALFREDO HUAMAN YUPANQUI

Dr. HUGO ALFREDO HERNÁNDEZ TORALDO
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología



analisisdesuelosunas@hotmail.com
 WHATSAPP: 049407531