



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE
VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS EN LA SUBRASANTE**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. HENRY JHOSEP NINA MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ
2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE
VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE
SUELOS EN LA SUBRASANTE**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. HENRY JHOSEP NINA MAMANI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:

Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:

Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:

Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1685-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12695 presentado por el (la) Bachiller: **HENRY JHOSEP NINA MAMANI** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **HENRY JHOSEP NINA MAMANI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- * **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **HENRY JHOSEP NINA MAMANI**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 18 de diciembre del 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. CARLOS C. CARRASCO Nájera
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc:
Archivo
interesado (n)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 158-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de marzo del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 343 por el señor (a): **HENRY JHOSEP NINA MAMANI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), el **PROVEIDO - N° 116 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 014 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **HENRY JHOSEP NINA MAMANI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 014 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **HENRY JHOSEP NINA MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. **WALTER J. LIZARRAGA ARMAYZA**
DÉCANO (e)
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo
Intermedio (aj)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1708-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 10013, presentado el señor (a) HENRY JHOSEP NINA MAMANI solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 857-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 386-2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): HENRY JHOSEP NINA MAMANI ha presentado su propuesta de investigación Titulado: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 386-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): HENRY JHOSEP NINA MAMANI, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

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

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

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

cc.
Archivo 3021
Interesado (a)



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"
Dr. Elton P. Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



HENRY JHOSEP NINA MAMANI

ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA E...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:560986977

Fecha de entrega

25 feb 2026, 21:54 GMT-5

Fecha de descarga

26 feb 2026, 6:47 GMT-5

Nombre del archivo

T036_75609211_T.docx

Tamaño del archivo

29.1 MB

222 páginas

22.001 palabras

119.813 caracteres



TESIS UANCV

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 18%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	HENRY JHOSEP NINA MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75609211
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-3330-5390
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Azángaro Latitud: S 14° 54' 35" Longitud: O 70° 11' 50"  https://maps.app.goo.gl/htHF4BisiM3mEtJu9
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2024 - Diciembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTRER NELLASQUE"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
D. César G. Camargo Najjar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo HENRY JHOSEP NINA MAMANI, identificado con DNI
Nro. 75609211, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA

ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN

DE SUELOS EN LA SUBRASANTE

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 30 de diciembre del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, Miguel Nina Alca y Marisol Mamani Nina, quienes con esfuerzo, amor y sacrificio me enseñaron el verdadero significado de la perseverancia. A mi hermano menor, Brayan W. Nina Mamani, y a mi pareja, Dalya Nina Flores, por el apoyo inquebrantable que me brindaron a lo largo de este camino, siendo siempre mi fuente de motivación y fortaleza.

En el ámbito académico y profesional, expreso mi más profundo reconocimiento a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes compartieron generosamente sus conocimientos y años de experiencia, contribuyendo de manera significativa a la formación que hoy me permite culminar con éxito esta etapa.

todos ellos, con humildad y gratitud, les dedico este logro que no es solo mío, sino también fruto del amor, la enseñanza y el esfuerzo compartido.



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la salud y la fortaleza necesaria para afrontar cada uno de los retos que se presentaron en el camino, iluminando siempre mi andar y permitiéndome culminar con éxito esta etapa tan importante.

A mis padres, Miguel Nina Alca y Marisol Mamani Nina, quienes con su amor, esfuerzo y sacrificio me brindaron las bases necesarias para alcanzar mis sueños. A mi hermano menor, Brayan W. Nina Mamani, y a mi pareja, Dalya Nina Flores, por ser un apoyo constante, por su comprensión y por motivarme en los momentos más difíciles.

Extiendo también mi sincero agradecimiento a mis docentes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes no solo compartieron sus conocimientos y experiencia profesional, sino que también inspiraron en mí el compromiso de ser un profesional íntegro y dedicado.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, estuvieron presentes durante este proceso, aportando con palabras de aliento, consejos y compañía. Este logro no es únicamente personal, sino también el reflejo del apoyo y la confianza que me brindaron a lo largo de este camino.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis de la situación problemática	13
1.2. Planteamiento del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos.....	15
1.3. Objetivos de la investigación	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Justificación de la investigación	16
1.4.1. Justificación técnica.....	16
1.4.2. Justificación económica.....	17
1.4.3. Justificación social	17
1.4.4. Justificación ambiental.....	17
1.5. Hipótesis de la investigación.....	18
1.5.1. Hipótesis general.....	18
1.5.2. Hipótesis específicas	18
1.6. Variables e indicadores	18
1.6.1. Variable independiente	18
1.6.2. Variable dependiente.....	19
1.7. Operacionalización de variables	20



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de la investigación.....	21
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	22
2.1.3.	Antecedentes locales.....	25
2.2.	Bases teóricas.....	25
2.2.1.	Suelo.....	25
2.2.2.	Subrasante.....	31
2.2.3.	Estabilización de suelos.....	35
2.2.4.	Propiedades del suelo en la subrasante.....	40
2.2.5.	Ceniza de vegetales.....	43
2.3.	Marco conceptual.....	53

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Enfoque de la investigación.....	56
3.2.	Tipo de la investigación.....	56
3.3.	Nivel de la investigación.....	57
3.4.	Diseño de la investigación.....	57
3.5.	Método de la investigación.....	58
3.6.	Población y muestra.....	58
3.6.1.	Población.....	58
3.6.2.	Muestra.....	58
3.7.	Técnicas e instrumentos.....	59
3.7.1.	Técnicas.....	59
3.7.2.	Instrumentos.....	60
3.8.	Plan y procesamiento de datos.....	61
3.8.1.	Desarrollo del plan.....	61
3.8.2.	Procesamiento datos.....	76

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados obtenidos.....	77
4.1.1.	Resultado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante	78



4.1.2. Resultados de la incorporación de ceniza de vegetales en el índice de plasticidad del suelo de subrasante	86
4.1.3. Resultados de la adición de ceniza de vegetales en el grado de compactación.	90
4.1.4. Resultados de la aplicación de ceniza de vegetales en la capacidad de soporte de los suelos de subrasante.....	95
4.2. Discusión de resultados.....	99
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES.....	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	173



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cuadro de Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2	Tipos de suelos AASHTO - SUCS.....	27
Tabla 3	Cantidad de muestra	59
Tabla 4	Vías de la provincia de Azángaro	59
Tabla 5	Coordenadas de la 1ra vía.....	62
Tabla 6	Ubicación de calicatas - 1ra vía	63
Tabla 7	Coordenadas de la 2da vía.....	64
Tabla 8	Ubicación de las calicatas – 2da vía	64
Tabla 9	Propiedades químicas de la ceniza de cáscara de habas.....	67
Tabla 10	Propiedades químicas de la ceniza de cáscara de cebada.....	69
Tabla 11	Cantidad requerida de cenizas vegetales	70
Tabla 12	Humedad en los especímenes.....	78
Tabla 13	Granulometría de las muestras extraídas	78
Tabla 14	IP del suelo natural.....	80
Tabla 15	Grado de compactación de las muestras.....	81
Tabla 16	CBR de las muestras.....	81
Tabla 17	Contenido de humedad en los especímenes	82
Tabla 18	Granulometría de las muestras extraídas	82
Tabla 19	Límites de consistencia del suelo natural.....	84
Tabla 20	Grado de compactación de las muestras.....	85
Tabla 21	CBR de las muestras.....	85
Tabla 22	IP del SN + 5% CH.....	86
Tabla 23	IP del SN + 9% CH.....	86
Tabla 24	Resultados obtenidos del IP del SN + % CH	87
Tabla 25	IP del SN + 3% CC.....	88
Tabla 26	IP del SN + 7% CC.....	88



Tabla 27	Resultados obtenidos del IP del SN + % CC	89
Tabla 28	Grado de compactación del SN + 5% CH.....	90
Tabla 29	Grado de compactación del SN + 9% CH.....	91
Tabla 30	Resultados obtenidos de la MDS + % CH.....	91
Tabla 31	Grado de compactación del SN + 3% CC.....	92
Tabla 32	Grado de compactación del SN + 7% CC.....	93
Tabla 33	Resultados obtenidos de la MDS + % CC.....	93
Tabla 34	CBR del SN + 5% CH.....	95
Tabla 35	CBR del SN + 9% CH.....	95
Tabla 36	Resultados obtenidos del CBR + % CH.....	96
Tabla 37	CBR del SN + 3% CC.....	97
Tabla 38	CBR del SN + 7% CC.....	97
Tabla 39	Resultados obtenidos del CBR + % CC.....	98



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Codificación - AASHTO.....	30
Figura 2 Codificación - SUCS	30
Figura 3 Ceniza de cáscara de habas.....	46
Figura 4 Ceniza de cáscara de cebada.....	48
Figura 5 Localización de la 1ra vía.....	62
Figura 6 Localización de la 2da vía.....	63
Figura 7 Obtención de la cáscara de habas.....	66
Figura 8 Obtención de la cáscara de cebada.....	69
Figura 9 Proctor modificado	75
Figura 10 Prueba de CBR.....	76
Figura 11 Análisis granulométrico - C1.....	79
Figura 12 Análisis granulométrico – C2.....	79
Figura 13 Análisis granulométrico – C3.....	80
Figura 14 Análisis granulométrico - C1.....	83
Figura 15 Análisis granulométrico – C2.....	83
Figura 16 Análisis granulométrico – C3.....	84
Figura 17 Resultados obtenidos del IP del SN + % CH.....	87
Figura 18 Resultados obtenidos del IP del SN + % CC.....	89
Figura 19 Comparativo del IP de ambas adiciones	90
Figura 20 Resultados obtenidos de la MDS + % CH.....	92
Figura 21 Resultados obtenidos de la MDS + % CC.....	94
Figura 22 Comparativo de la MDS de ambas adiciones.....	94
Figura 23 Resultados obtenidos del CBR + % CH	96
Figura 24 Resultados obtenidos del CBR + % CC	98
Figura 25 Comparativo del CBR de ambas adiciones	99



RESUMEN

La tesis denominada "Estudio de propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de ceniza de vegetales en la estabilización de suelos en la subrasante", su propósito principal es estudiar las propiedades del suelo con la adición de ceniza de vegetales de (cáscara de habas y cáscara de cebada) en la estabilización de suelos en la subrasante. El estudio utilizó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño experimental y método científico. En la primera vía, el CBR inicial del suelo de subrasante compactado al 95% de la MDS fue 4.53%, mientras que en la segunda vía alcanzó 3.93%. La adición de cenizas vegetales redujo el índice de plasticidad (IP): en la primera vía, 9% de ceniza de cáscara de habas logró 9.98%; en la segunda, 7% de ceniza de cáscara de cebada obtuvo 10.04%. Asimismo, mejoró la compactación con MDS de 2.157 g/cm³ (primera vía, ceniza de habas) y 1.990 g/cm³ (segunda vía, ceniza de cebada), elevando el CBR al 95% MDS a 15.50% y 13.57%, respectivamente. Finalmente se **concluye**, que la estabilización de la subrasante de las vías no pavimentadas de la provincia de Azuango mediante la adición de cenizas vegetales resulta técnica y funcionalmente viable, ya que permitió reducir la plasticidad del suelo, mejorar su grado de compactación y aumentar de forma significativa la capacidad de soporte, evidenciada por el incremento del CBR al 95%. Estos resultados confirman que el uso de ceniza de cáscara de habas y de cebada constituye una alternativa eficaz para mejorar las condiciones estructurales de la subrasante y optimizar el comportamiento de las vías evaluadas.

Palabras Clave: Ceniza de vegetales, subrasante, estabilización de suelos, CBR.



ABSTRACT

The thesis entitled "Study of the Physical and Mechanical Properties of Soil with the Addition of Vegetable Ash in Subgrade Soil Stabilization" aims to study the properties of soil with the addition of vegetable ash (bean hulls and barley hulls) for subgrade soil stabilization. The study employed a quantitative, applied, explanatory approach, with an experimental design and the scientific method. In the first trial, the initial CBR of the subgrade soil compacted to 95% of the maximum dry density (MDD) was 4.53%, while in the second trial it reached 3.93%. The addition of vegetable ash reduced the plasticity index (PI): in the first trial, 9% bean hull ash resulted in a PI of 9.98%; in the second, 7% barley hull ash resulted in a PI of 10.04%. Furthermore, compaction improved with MDS values of 2,157 g/cm³ (first road, bean husk ash) and 1,990 g/cm³ (second road, barley ash), raising the 95% CBR to 15.50% and 13.57%, respectively. In conclusion, stabilizing the subgrade of unpaved roads in the province of Azángaro by adding plant ash is technically and functionally viable, as it reduced soil plasticity, improved compaction, and significantly increased bearing capacity, as evidenced by the 95% CBR increase. These results confirm that the use of bean husk and barley ash is an effective alternative for improving the structural conditions of the subgrade and optimizing the performance of the evaluated roads.

Keywords: Vegetable ash, subgrade, soil stabilization, CBR.



INTRODUCCIÓN

Las infraestructuras viarias son cruciales para el progreso económico y social de una zona, ya que permiten el transporte eficaz de productos y personas. Sin embargo, en muchas zonas, los suelos naturales presentan características inadecuadas para soportar cargas vehiculares, lo que puede generar asentamientos diferenciales, deformaciones prematuras y una rápida degradación de las carreteras. Para enfrentar este problema, es necesario aplicar técnicas de estabilización que mejoren las propiedades del suelo en la subrasante, garantizando así una base más resistente y duradera para la construcción de pavimentos.

Tradicionalmente, la estabilización de suelos se ha llevado a cabo mediante la adición de cal, cemento y otros compuestos químicos que incrementan la resistencia y reducen la plasticidad del suelo. No obstante, estos métodos presentan ciertas limitaciones, entre ellas su alto costo y el impacto ambiental derivado de su producción y transporte. En este contexto, se ha generado una gradual utilidad en el uso de materia prima electivos de bajo impacto ambiental y fácil disponibilidad, como los residuos agroindustriales y los subproductos orgánicos.

Uno de estos materiales es la ceniza de vegetales, un residuo generado a partir de la combustión de materia orgánica como la cáscara de cebada, hojas, tallos y cáscaras de diversas especies vegetales. Esta ceniza contiene compuestos puzolánicos que pueden reaccionar con la humedad del suelo y mejorar sus peculios, la capacidad de soporte. Además, su aplicación en la estabilización de suelos no solo representa una alternativa sostenible para la ingeniería civil, sino que también contribuye a la reducción y reutilización de desechos orgánicos, promoviendo prácticas más ecológicas en la construcción de carreteras.



En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo evaluar los peculios del suelo con ceniza de vegetales en subrasante, determinando su influencia en la estabilidad y capacidad de carga del terreno.

Los resultados de esta investigación permitirán determinar la posibilidad técnica y ambiental del uso de ceniza vegetales como material estabilizador, lo que podría representar una alternativa sostenible para la construcción de infraestructuras viales en diversas regiones.

En el capítulo I, presentamos la problemática del estudio, seguido por los objetivos planteados, la justificación y las hipótesis de estudio.

En el capítulo II, se realizó la búsqueda de información de los antecedentes de la investigación, a nivel internacional, local y nacional. Seguido por las bases teóricas.

En el capítulo III, realizamos el desarrollo de las metodologías aplicadas en el presente estudio, seguido por las técnicas e instrumentos que se utilizamos en nuestra investigación.

En el capítulo IV, presentamos los resultados obtenidos en la evaluación realizada a nivel de subrasante de caminos no pavimentadas de provincia de Azángaro. Seguidamente la discusión de resultados.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática

En muchos países, el uso de tratamientos tradicionales como cemento y cal ha sido la solución predominante, sin embargo, estos materiales tienen un impacto ambiental significativo debido a sus altas emisiones de CO₂ y sus costos de producción.

En respuesta a estos problemas, diversas investigaciones han explorado el uso de residuos agroindustriales en la estabilización de suelos. En países como India y Nigeria, se llevaron a cabo estudios sobre la ceniza de cáscara de arroz, ceniza de bagazo de caña y otros subproductos vegetales en suelos arcillosos, logrando mejoras en la compactación y resistencia. (Camelo & González, 2021). En Estados Unidos y Canadá, se ha investigado el uso de ceniza volante en combinación con otros aditivos para mejorar suelos con baja estabilidad. Estos avances demuestran que el uso de materiales alternativos es viable y puede generar beneficios tanto técnicos como ambientales.

A pesar de estos avances, aún existen desafíos en la implementación de estas tecnologías en gran escala. Muchas regiones carecen de normativas específicas para el estudio de residuos agroindustriales en estabilización de suelos, lo que dificulta su incorporación en proyectos de infraestructura vial. Además, la variabilidad en la



composición de las cenizas vegetales requiere estudios específicos para cada contexto geotécnico, lo que refuerza la necesidad de investigaciones como la presente. (Palma & Sánchez, 2023)

En el Perú, muchas carreteras, especialmente en zonas rurales y de difícil acceso, están compuestas por vías no pavimentadas que presentan problemas de transitabilidad debido a la baja calidad del suelo en la subrasante. En regiones con suelos arcillosos o altamente expansivos, la falta de estabilización adecuada provoca deformaciones prematuras, formación de baches y dificultades para el tránsito vehicular, especialmente durante la temporada de lluvias.

El uso de materiales estabilizadores como el cemento y la cal es común en proyectos de infraestructura vial, sin embargo, estos insumos representan un costo elevado para municipios y comunidades rurales con presupuestos limitados. Además, su uso excesivo puede generar impactos ambientales negativos. (Quispe, 2021). En este contexto, la búsqueda de soluciones sostenibles y de bajo costo ha llevado a algunos investigadores peruanos a evaluar la utilización de residuos industriales y agrícolas como alternativas viables para la mejora del suelo.

Sin embargo, hay una falta de investigaciones específicas sobre la adición ceniza de vegetales en tratamiento de suelos para vías no pavimentadas, lo que representa una oportunidad para contribuir con nuevos conocimientos en este campo. (Ramal et al., 2020).

La provincia de Azángaro, enfrenta serios problemas de infraestructura vial debido a la presencia de suelos con baja capacidad de soporte y una alta susceptibilidad a la erosión y la deformación. La mayoría de sus vías son no pavimentadas y sufren deterioro progresivo por el tránsito de vehículos pesados y las condiciones climáticas, especialmente durante la época de lluvias, cuando la formación de lodo y baches dificulta el acceso a diversas comunidades.

En la región, se generan cantidades de residuos vegetales provenientes de la agricultura y la actividad ganadera, que podrían aprovecharse para la estabilización de suelos en lugar de ser desechados o quemados sin control.

A pesar de estos problemas, no se han desarrollado estudios detallados sobre el uso de ceniza de vegetales en la mejora de los suelos de la provincia de Azángaro. Por lo tanto, esta investigación busca llenar este vacío de conocimiento, evaluando si la inclusión de ceniza de vegetales puede mejorar las propiedades del suelo en las vías no pavimentadas de la región. Esto permitiría proponer alternativas más accesibles y sostenibles para el mejoramiento de la infraestructura vial local.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de ceniza de vegetales en la estabilización de suelos en la subrasante?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro?
2. ¿Cuál es el efecto de la incorporación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el índice de plasticidad de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro?
3. ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el grado de compactación de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro?
4. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en la capacidad de soporte de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Estudiar las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de ceniza de vegetales en la estabilización de suelos en la subrasante.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.
2. Determinar el efecto de la incorporación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el índice de plasticidad de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.
3. Determinar la influencia de la adición de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el grado de compactación de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.
4. Determinar el efecto de la aplicación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en la capacidad de soporte de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación técnica

El estudio sobre adición de ceniza vegetales en estabilización de suelos en la subrasante es relevante desde un punto de vista técnico, porque busca una mejora de las propiedades del suelo con un material alternativo. La estabilización de suelos es un proceso fundamental en la ingeniería vial, ya que permite aumentar la resistencia y capacidad de soporte del terreno, reduciendo asentamientos y deformaciones prematuras. Mediante ensayos de laboratorio, esta investigación evaluará el impacto de la ceniza de

vegetales en la compactación, la cohesión, la plasticidad y la resistencia del suelo, proporcionando datos clave para su posible implementación en proyectos.

1.4.2. Justificación económica

Como agente estabilizador ofrece una alternativa rentable a las técnicas convencionales que emplean cemento o cal, cuyo precio puede ser elevado debido a los costos de producción y transporte. Además, al utilizar un residuo vegetal como insumo principal, se fomenta el aprovechamiento de recursos disponibles localmente, reduciendo la dependencia de materiales industriales y generando una opción más accesible para comunidades con recursos limitados.

1.4.3. Justificación social

Desde una perspectiva social, el estudio contribuye a la mejora de la infraestructura vial, lo que impacta directamente en la calidad de vida de la población. Carreteras más estables y duraderas facilitan el transporte de bienes y servicios, mejoran la conectividad entre regiones y reducen los tiempos de desplazamiento, beneficiando tanto a conductores como a peatones. Además, la implementación de técnicas de estabilización con materiales accesibles podría generar oportunidades de empleo en comunidades rurales, promoviendo el desarrollo local.

1.4.4. Justificación ambiental

El uso de ceniza de vegetales como aditivo estabilizador se alinea con estrategias de sostenibilidad ambiental, ya que permite reutilizar residuos orgánicos que, de otro modo, podrían ser desechados sin un propósito útil. Este enfoque contribuye a la reducción de la contaminación que se genera por la acumulación de residuos agrícolas y minimiza el impacto ambiental agrupado a linaje y producción de materiales tradicionales como el cemento.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. *Hipótesis general*

La estabilización de los suelos de subrasante mediante la incorporación de ceniza de vegetales tendrá un impacto positivo en sus propiedades físicas y mecánicas.

1.5.2. *Hipótesis específicas*

1. Los suelos de subrasante en las vías no pavimentadas de Azángaro presentan características de inestabilidad.
2. La adición de ceniza de vegetales en diferentes porciones reducirá el índice de plasticidad de suelos de subrasante en las vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.
3. La incorporación de ceniza de vegetales en distintos porcentajes mejorará la compactación de los suelos de subrasante en las vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.
4. La aplicación de ceniza de vegetales en diversas proporciones incrementará la capacidad de soporte de los suelos de subrasante, elevando el valor CBR en las vías no pavimentadas de Azángaro.

1.6. Variables e indicadores

1.6.1. *Variable independiente*

Ceniza de vegetales.

Dimensiones:

- Adición de ceniza de cáscara de habas en; 5% y 9%
- Adición de ceniza de cáscara de cebada en; 3% y 7%



1.6.2. *Variable dependiente*

Propiedades físicas y mecánicas del suelo:

Dimensiones:

- Índice de plasticidad.
- Grado de compactación (MDS).
- Capacidad de soporte (CBR).

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Ceniza de vegetales	Residuo sólido obtenido de la combustión de biomasa vegetal, caracterizado por compuestos minerales con potencial puzolánico, empleado como material alternativo para la estabilización de suelos.	Proporción de ceniza de cáscara de habas	% de aplicación de CH en; 5% y 9%	5% - 9%	Balanza de buena precisión	Nominal
		Proporción de ceniza de cáscara de cebada	% de aplicación de CC en; 3% y 7%	3% - 7%		
Variable Dependiente	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Propiedades físicas y mecánicas del suelo	Características que determinan el proceder del suelo frente a fuerzas y condiciones de carga, incluyendo plasticidad, compacto y resistencia.	Índice de plasticidad	% IP	≤ 35%	Ensayo de límites de Atterberg – NTP 339.129 / ASTM D4318	Continua
		Grado de compactación	g/cm ³	Según curva Proctor modificado	Ensayo Proctor – NTP 339.128 / ASTM D698	Continua
		Capacidad de soporte	% CBR	≥ 6% para suelos de subrasante estabilizados	Ensayo CBR – NTP 339.140 / ASTM D1883	Continua



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Según Fajardo et al., (2022) su estudio denominado "Evaluación de las propiedades mecánicas del material de subrasante y afirmado de la zona carrera 10 con calle 19, "B/ San Jorge comuna 3", la utilización frecuente de materiales con propiedades estabilizantes es evidente en la construcción de carreteras, lo que ha provocado un aumento del interés por el estudio de los agregados y aditivos como sustitutos de la estabilidad del suelo. Este estudio busca evaluar el impacto del uso de CBCA en la estabilidad de los suelos de su grado para la construcción de carreteras en Ibagué, Tolima. Para analizar la eficacia de CBCA como estabilizador, es esencial realizar pruebas de laboratorio para caracterizar el suelo, comprendiendo así sus propiedades y permitiendo una comparación de los efectos de CBCA en él. Para validar las capacidades de estabilización de la CBCA, es esencial realizar experimentos que determinen la estabilidad y las características del suelo sin aditivos, lo que permite una comparación de mejoras de propiedades después de la introducción de la adición. En consecuencia, se realizaron pruebas de procesador estándar y CBR, incorporando porcentajes de CBCA de manera secuencial de 0%, 5% y 10% en correspondencia con el peso seco. Dado que el CBCA reduce el índice de hinchamiento y

la plasticidad, los resultados muestran que el suelo estabilizado con él presenta mejores cualidades geotécnicas. La incorporación de CBCA en todos los porcentajes elevó el CBR, lo que sugiere un porcentaje óptimo de cenizas de aproximadamente 7.15% para su grado, con el estado de 7.65% muy similar en ambas muestras. En consecuencia, se puede inferir que la CBCA estabiliza con éxito los suelos, lo que demuestra una mejora significativa.

Además, Camelo y González (2021) su estudio denominado "Propiedades resilientes de subrasantes granulares estabilizadas con ceniza volante para diseño de pavimentos flexibles", El objetivo de este estudio es evaluar la resiliencia de una capa circundante estabilizada, combinada con equilibrio del suelo por combustión mediante cenizas volantes o cal. Mediante un software, se realizó un análisis características de aguante de un pavimento flexible para evaluar el efecto de la contribución estructural. Se realizó este estudio y se revisaron los resultados. Se utilizaron cuatro dosis distintas de cenizas volantes y cal para estabilizar la subrasante, lo que finalmente mejoró las deformaciones verticales tanto a nivel de subrasante como a nivel de servicio de la carretera. Esto se logró.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según, Valera (2023) su estudio de nominado "Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con adición de cenizas de cebada y maíz en carretera Pocsi - Polobaya, Arequipa", la técnica abarca la investigación práctica, el diseño experimental, el marco explicativo y enfoque cuantitativo. La población situada a 5 kilómetros del subgrado POCS-Polobaya Road. La muestra consistió en cinco calicatas. Es evidente que la incorporación de CCC-CHM sobre el suelo natural en dosis de 2.0%, 3.0% y 4.0% en Calicatas C-1, C-2 y C-3 dio como resultado valores de IP de 12.61%, 13.21%, y 11.51%, respectivamente. Por el contrario, con la adición de CCC y CHM, los valores de IP fueron 11.80%, 11.18% y 9.24%, 13.20%, 11.31% y 9.49% y 10.02%, 9.92% y 8.41%, lo que refleja

disminuciones de 6.42% de 6.42%, 11.34% y 26.72%, 0.08%, 14.38% y 28.16%, y 11.38%, 13.81% y 26.93%. Los valores de MDS fueron: (2.040 g/cm³, 1.871 g/cm³, 2.090 g/cm³), y los valores después de agregar CCC+CHM fueron: (2.185 g/cm³, 2.185 g/cm³, 2.790 g/cm³), (2.160 g/cm³, 2.250 g/cm³, 2.887 g/cm³) y (2.290 g/cm³, 2.400 g/cm³, 2.830 g/cm³), lo que resulta en aumentos de: (7.11%, 7.11%, 36.76%), (15.45%, 20.26%, 54.30%) y (9.57%, 14.83%, 35.41%). Los límites de confianza del 95% para MDS fueron: (9.7%, 10.9%, 10.4%). Al incluir CCC + CHM, los resultados fueron: (15.7%, 15.6%, 18.8%), (14.6%, 15.6%, 18.3%) y (16.4%, 16.9%, 21.3%), reflejando aumentos de: (52.56%, 52.56%, 104.16%), (27.65%, 55.73%, 78.53%) y (48.42%, 68.51%, 96.15%). El uso de CCC + CHM impactó positivamente el diseño del pavimento en C-01 calicata, ya que permite que el pavimento admite una carga de vehículo más alta. El resultado es que la incorporación de CCC y CHM mejora las cualidades del subgrado, con una dosis ideal del 4%; También impacta favorablemente el diseño del pavimento.

Además, Quispe (2021) en su tesis "Estabilización de suelos arcillosos con adición de cal y cenizas de cebada, centro poblado de Palián distrito de Huancayo", el estudio actual se realizó en la provincia de Huancayo, específicamente en el centro de la ciudad de Palián, donde los suelos finos son predominantes. Estos suelos se caracterizan por problemas geotécnicos relacionados con la construcción de edificios, incluida la baja resistencia y el asentamiento excesivo. En consecuencia, se sugiere utilizar la cáscara de cebada como un suplemento puzolánico para la estabilidad del suelo. Se definió el objetivo de explorar la incidencia de la incorporación de la cáscara de cebada y las cenizas hidratadas en la estabilización de los suelos de arcilla. Este estudio emplea un enfoque cuasiexperimental y utiliza un muestreo no probabilístico. Se realizaron la colección, la calcinación y la rectificación de cenizas de cáscara de cebada, junto con tres calicatas en un área de 963 m². Se identificó la calicata menos favorable, y el material extraído se combinó con cal hidratada. Se determinó que la dosificación óptima de aditivos era 8% de



cal hidratada y 3% de cenizas, lo que secuela en una baja en el índice de plasticidad del 23.48% a 17.68%. El porcentaje de material retenido en el tamiz No. 200 disminuyó de 88.41% a 22.34%. El Sistema de clasificación de suelos unificado (SUC) cambió de CL a SM. El porcentaje de humedad bajó del 19,86% al 16,33%. Mientras que la cohesividad descendió de 0,13 kg/cm² a 0,04 kg/cm², el ángulo de fricción interna aumentó de 18,26° a 26,14°. La capacidad admisible aumentó en 0,81 kg/cm² a 1,49 kg/cm². Los asentamientos de consolidación bajaron de 2,96 cm a 0,35 cm, y el índice de compresión bajó de 0,174 a 0,091.

Asimismo, Sebastián (2023) en su estudio "Estabilidad de la subrasante en suelos arcillosos adicionando ceniza de rastrojo de cebada, Carretera La Unión - Huánuco", el diseño cuasi-experimental, la población consistió en una carretera de 38.7 km, de la cual se seleccionaron 15 individuos para la muestra; El estudio tuvo como objetivo utilizar cenizas de caña a dosis de 5%, 7% y 9%. Los hallazgos principales indicaron que la humedad disminuyó en un 30.05% con la inclusión de cenizas de rastrojo de cebada al 9% en comparación con la muestra de control (0%). Del mismo modo, la densidad seca máxima (MDS) exhibió un aumento notable de 1.41% con la incorporación de 9% de cenizas, lo que resultó en un MDS de 1,821 g/cm³. Además, el (CBR) mejoró del 7% al 11,4% con la inclusión de 9% de cenizas. En última instancia, las propiedades mejoraron, con la excepción del índice de plasticidad, que permaneció sin cambios en las diversas dosis recomendadas. Esto indica que la ceniza afecta la estabilidad del subgrado a la dosis del 9%.

Finalmente, Zapata y Vásquez (2023) en su tesis "Estabilización de la subrasante arenosa con ceniza de cebada y yeso en una localidad costera peruana", Las carreteras que vinculan los asentamientos humanos en el área de New Chimbote ahora no están pavimentados. Muchos de estos caminos están conectados por senderos de transporte

compuesto por un recubrimiento delgado de grava gruesa, lo que resulta en daños vehiculares y complica el tránsito. El estudio ha producido hallazgos que pueden mejorar la estabilización del suelo en regiones arenosas mediante la incorporación de cebada y cenizas de yeso. En términos de granulometría, el suelo se clasifica como SP (arenas poco calificadas) de acuerdo con el SUCS. Según la AASHTO, se designa como A-3 (0), lo que indica que consiste en arena fina desprovista de limo. El suelo no modificado carece de flexibilidad debido a su composición arenosa. La DMS de la muestra natural es de 1,844 cm^3 . Tras la adición de 3%, 5% y 8% de cemento (CC) con un 10% de yeso (y), las densidades secas resultantes son de 1,846 g/cm^3 , 1,745 g/cm^3 y 1,736 g/cm^3 , en cada caso. La relación de CBR al 100% indica una capacidad de rodamiento del 20.29% para el suelo natural. Sin embargo, los valores CBR combinados a una penetración de 0.1 "para 3%, 5% y 8% E CC junto con el 10% de Y son 29.01%, 42.20% y 30.92%, respectivamente.

2.1.3. Antecedentes locales

En este aspecto no se encontraron antecedentes locales con relación al tema de investigación.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Suelo

El suelo constituye la capa superior, formada por la desintegración de rocas y la acopio de materia orgánica a lo largo del tiempo. Es un sistema dinámico compuesto por minerales, sustancias orgánicas, agua, aire y seres vivos, cuya interacción define sus propiedades. Su formación es el resultado de procesos geológicos y biológicos que pueden tomar miles de años, influenciados por factores como el clima, la topografía, el material parental y la actividad biológica. (Jácome & Ortiz, 2022).

Desde un punto de vista ingenieril, el suelo es un material fundamental en la construcción y el diseño de infraestructuras. Su capacidad de carga, estabilidad y

comportamiento bajo cargas externas son aspectos críticos en la ingeniería civil y geotécnica. Se clasifica según su granulometría y cohesión en categorías como suelos gruesos y suelos finos, cada uno con características particulares que afectan su uso en cimentaciones, pavimentos y obras de contención.

En términos ecológicos, el suelo es vital para la vida terrestre, ya que actúa como soporte para el crecimiento vegetal, regula el ciclo del agua y almacena nutrientes esenciales. Además, cumple un papel crucial en la mitigación del cambio climático al capturar carbono y mantener el equilibrio de los ecosistemas. La conservación del suelo es un desafío global, ya que su degradación por erosión, contaminación y sobreexplotación puede afectar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental.

2.2.1.1. Tipos de suelos según su granulometría

La granulometría es el análisis de la distribución granulométrica del suelo. Con base en este criterio, los suelos se clasifican en diferentes tipos, desde los más gruesos hasta los más finos. (Sevilla, 2019). A continuación, se presenta la clasificación de suelos según el tamaño de sus partículas, basada en normas como ASTM D2487 y el USCS.

- Suelos gruesos (Granulares).

Corresponde a aquellas donde más del 50% de las partículas superan un tamaño de 0.075 mm (tamiz N°200). Estos suelos tienen alta permeabilidad y son menos afectados por cambios de humedad.

- Suelos finos.

Corresponde a aquellas donde más del 50% de las partículas pasan por el tamiz N°200 (0.075 mm). Tienen menor permeabilidad y mayor cohesión. (Sevilla, 2019).

- Suelos orgánicos.

Estos suelos contienen materia orgánica en descomposición, lo que los hace inestables para estructuras de ingeniería.

Tabla 2*Tipos de suelos AASHTO - SUCS*

Clasificación de suelos AASHTO M-145	Clasificación de suelos SUCS ASTM – D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Nota. Tomado de US Army Corps of engineers.

La clasificación granulométrica es esencial para determinar el uso adecuado de un suelo en la construcción, ya que influye en su resistencia, permeabilidad y compactabilidad. Los suelos gruesos (gravas y arenas) son ideales para bases y estructuras de pavimentos, mientras que los suelos finos requieren tratamientos adicionales debido a su sensibilidad a la humedad y menor capacidad de soporte.

2.2.1.2. Propiedades físicas y mecánicas del suelo

El suelo es un material complejo cuyas propiedades influyen directamente en su capacidad para soportar estructuras, carreteras y otras infraestructuras. Estos peculios fijan su estabilidad, resistencia y comportamiento bajo diferentes condiciones ambientales y de carga. (Carrasco et al., 2020). A continuación, se presentan con mayor detalle:

1. Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas describen las peculiaridades naturales del suelo y procedimiento ante humedad, compactación y permeabilidad.

- Granulometría: Se determina mediante el análisis granulométrico con tamices o hidrómetros.
- La cantidad de arena, limo y arcilla del suelo determina su textura, que influye en el drenaje y la retención de humedad. Los suelos pueden clasificarse como arenosos, francos o arcillosos.
- Densidad: Se mide en términos de densidad aparente (masa del suelo incluyendo poros) y densidad real (sin incluir poros). Se expresa en g/cm^3 y varía según la compactación del suelo.
- La cantidad de agua retenida en los poros del suelo se conoce como humedad. Se mide en porcentaje y afecta la cohesión y resistencia del material.
- El % de espacio vacío en el suelo se conoce como porosidad, y afecta a la capacidad del suelo para transferir aire y agua. Para expresarla se utiliza un porcentaje del volumen total. (Carrasco et al., 2020).
- Permeabilidad: Indica la facilidad con que el agua fluye a través del suelo. Los suelos arenosos tienen alta permeabilidad, mientras que los arcillosos presentan baja permeabilidad. Para cuantificarla se utilizan pruebas de permeabilidad, como la carga constante o cambiante.
- Plasticidad: Capacidad del suelo para deformarse sin romperse cuando se encuentra en estado húmedo. Se mide a través de los límites de Atterberg: LL, LP y IP.
- Contracción e hinchamiento: Algunos suelos, como los arcillosos, presentan cambios de volumen al absorber o perder agua, lo que puede generar problemas en estructuras y carreteras.

2. Propiedades mecánicas del suelo:

Se define como la respuesta del suelo ante esfuerzos y cargas aplicadas, fundamentales para la ingeniería civil y geotécnica. (Carrasco et al., 2020).

- El CBR: Evalúa la resistencia del suelo frente a cargas de tráfico, comparando su resistencia con la de un suelo estándar. Valores altos indican suelos más resistentes y compactos.
- Compresibilidad: Se analiza en pruebas de consolidación y es crucial en cimentaciones.
- Módulo de elasticidad (E): Indica la capacidad del suelo para recuperar su forma luego de la aplicación de una carga. Se obtiene mediante ensayos de deformación en laboratorio.
- La resistencia interna del suelo causada por la fricción de las partículas se mide por el ángulo de fricción interna. Para adquirirlo se utilizan ensayos triaxiales o de cizalladura directa.
- Cohesión: Es la atracción entre las partículas del suelo, especialmente en suelos arcillosos. Suelos con alta cohesión tienen mayor resistencia a la erosión y al colapso bajo carga. (Carrasco et al., 2020).
- Compactabilidad: Representa la facilidad con la que el suelo puede ser compactado para mejorar su estabilidad y resistencia. Se evalúa mediante ensayos Proctor, que determinan la relación entre la DMS y el OCH.

2.2.1.3. Clasificación de suelos

Se basa en la granulometría y plasticidad para determinar su idoneidad en pavimentación y estructuras viales. Los suelos se dividen en ocho grupos principales (A-1 a A-8), donde los A-1, A-2 y A-3 corresponden a suelos granulares (gravas y arenas) con buen drenaje y capacidad de soporte, ideales para bases y subbases de carreteras. De otra manera, los grupos A-4 a A-7 incluyen suelos finos (limos y arcillas) con menor capacidad de soporte, siendo menos adecuados para cargas pesadas debido a su mayor plasticidad y retención de agua. (Borselli, 2024).

Además, AASHTO utiliza el IG para refinar la clasificación y evaluar la calidad del suelo en pavimentación, donde valores más bajos indican mejor desempeño estructural.

Figura 1

Codificación - AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Nota. (MTC, 2014).

Figura 2

Codificación - SUCS

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatomeacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

2.2.2. Subrasante

Es una capa del suelo natural o compactado en el cual se construyen las estructuras de pavimentos, carreteras, aeropuertos y cimentaciones. Representa la base estructural de un sistema vial y rescata un papel clave en la distribución de cargas, fijeza del pavimento. (García, 2018).

En ingeniería vial, la subrasante debe presentar suficiente capacidad de soporte para resistir las cargas del tráfico sin deformaciones excesivas. Para mejorar su desempeño, se pueden aplicar métodos de estabilización mecánica, química o biológica, dependiendo de las condiciones del suelo.

Suelos con bajo CBR (<5%) requieren estabilización o refuerzos para evitar fallas estructurales. También se realizan ensayos de compactación, corte directo y consolidación para determinar su comportamiento ante cargas de tráfico y cambios ambientales.

Dado que la subrasante está en contacto directo con el pavimento, su permeabilidad y drenaje son factores cruciales en su diseño. Un suelo con alta retención de agua puede debilitarse y perder resistencia con el tiempo, lo que hace necesario incorporar sistemas de drenaje adecuados para prevenir la acumulación de humedad. Además, en regiones con suelos expansivos o de baja capacidad portante, es común aplicar mejoras geotécnicas como el uso de geotextiles, bases estabilizadas y mezclas con cemento o cal para garantizar un comportamiento adecuado a largo plazo. (García, 2018).

2.2.2.1. Características del suelo en la subrasante

Para garantizar un desempeño adecuado, es fundamental evaluar y mejorar sus propiedades físico-mecánicas. (Velazquez, 2020). A continuación, se detallan las principales características del suelo en la subrasante.

- Capacidad portante.

Capacidad del suelo para soportar cargas sin deformaciones excesivas ni fallas estructurales. Se mide con el ensayo CBR, donde valores bajos (<5%) indican

suelos débiles y valores altos (>10%) representan suelos adecuados para construcción. Un suelo con baja capacidad portante puede provocar asentamientos diferenciales y deterioro prematuro del pavimento.

➤ Compactación y densidad.

La compactación es un factor clave en la estabilidad de la subrasante, ya que influye en su resistencia y capacidad de carga. Se logra reduciendo los vacíos del suelo mediante métodos mecánicos, aumentando su densidad seca máxima y reduciendo la susceptibilidad a la humedad. Un suelo bien compactado minimiza los riesgos de asentamiento y mejora la estabilidad del pavimento. (Velazquez, 2020).

➤ Límites de consistencia.

Pueden presentar diferentes niveles de plasticidad, lo que afecta su comportamiento ante cambios de humedad. Se evalúan mediante los límites de Atterberg:

Suelos con alto índice de plasticidad pueden expandirse o contraerse con la humedad, afectando la estabilidad del pavimento. (Velazquez, 2020).

➤ Permeabilidad y drenaje.

La permeabilidad del suelo en la subrasante afecta la retención y circulación del agua. Suelos con alta retención de humedad pueden debilitarse con el tiempo, reduciendo su resistencia y generando problemas de erosión. Para evitar estos problemas, se implementan sistemas de drenaje que permiten la evacuación eficiente del agua y la preservación de la estabilidad estructural.

➤ Resistencia al esfuerzo cortante.

las tensiones aplicadas viene determinada por su resistencia al cizallamiento. La ecuación de Coulomb la define:

$$\tau = c + \sigma \tan(\phi)$$

donde τ es la resistencia cortante, c la cohesión y ϕ el ángulo de fricción interna.

Suelos con baja resistencia al corte pueden desestabilizarse y generar fallas en el pavimento, especialmente en condiciones de humedad o carga dinámica.

➤ **Expansividad y contracción.**

Algunos suelos, como las arcillas expansivas, tienen la propiedad de expandirse al absorber agua y contraerse al secarse, lo que provoca fisuras y deformaciones en la subrasante. Para mitigar estos efectos, se utilizan métodos de estabilización con cal, cemento u otros agentes estabilizantes. (Velazquez, 2020).

➤ **Erosión y estabilidad.**

La erosión puede ser un problema en suelos con baja cohesión, especialmente en áreas expuestas a lluvias intensas o tránsito pesado. Para mejorar la estabilidad del suelo en la subrasante, se pueden emplear geotextiles, refuerzos mecánicos y técnicas de revegetación para reducir la erosión y aumentar la durabilidad del pavimento.

2.2.2.2. Problemas comunes en la subrasante de vías no pavimentadas

Las carreteras sin pavimentar están sujetas en gran parte a la calidad y estabilidad de la subrasante, ya que esta capa actúa como la base estructural que soporta las cargas con condiciones ambientales. Sin embargo, en muchos casos, la subrasante presenta diversas deficiencias que afectan su desempeño, generando problemas que deterioran la vía y reducen su vida útil. (Massenlli & De Paiva, 2018).

1. Baja capacidad de carga.

La baja capacidad de carga en la subrasante se debe a la falta de compactación, alta plasticidad del suelo o presencia de materiales inadecuados. Un suelo con baja capacidad de carga no puede resistir las cargas del tráfico sin deformarse, lo que provoca hundimientos y fallas estructurales en la vía.

Causas principales:

- Suelos con alto contenido de humedad, lo que reduce su resistencia.
- Presencia de materiales orgánicos o suelos arcillosos, que tienden a ser poco compactables.
- Falta de compactación adecuada, lo que deja espacios vacíos en el suelo y disminuye su estabilidad.

Consecuencias:

- Hundimientos y asentamientos diferenciales.
- Rápido deterioro de la vía, dificultando el tránsito.
- Aumento en los costos de mantenimiento y reparaciones.

Para mejorar la capacidad de carga, se pueden aplicar técnicas de compactación, estabilización con cal o cemento, y refuerzo con geotextiles o materiales granulares. (Massenlli & De Paiva, 2018).

2. Expansión y contracción del suelo.

La expansión y contracción del suelo se produce cuando los suelos arcillosos absorben agua y aumentan su volumen, para luego encogerse cuando se secan. Este fenómeno provoca fisuras, levantamientos y hundimientos en la superficie de la vía.

Causas principales:

- Presencia de suelos expansivos, como las arcillas con alto contenido de montmorillonita.
- Variaciones extremas en la humedad del suelo debido a cambios estacionales.
- Falta de drenaje adecuado, lo que favorece la acumulación de agua.

Consecuencias:

- Formación de grietas.
- Desniveles en la calzada, afectando la transitabilidad.
- Reducción de la vida útil de la vía debido a la inestabilidad del suelo.

3. Deformaciones y baches.

Las deformaciones y baches en las vías no pavimentadas son resultado del tráfico repetitivo y la inestabilidad del suelo en la subrasante. Estas fallas afectan la seguridad y bienestar de los usuarios, además de incrementar los costos de mantenimiento. (Massenlli & De Paiva, 2018).

Causas principales:

- Tráfico pesado sin refuerzo en la subrasante.
- Erosión superficial causada por lluvias y escorrentías.
- Falta de compactación adecuada en la subrasante y capas superiores.
- Presencia de material suelto que no ofrece resistencia estructural.

Consecuencias:

- Pérdida de la funcionalidad de la vía, dificultando el tránsito.
- Mayor riesgo de accidentes debido a la presencia de desniveles y baches.
- Incremento en los costos de mantenimiento debido a reparaciones constantes.

Para mitigar estos problemas, se recomienda realizar compactación adecuada del suelo, mejorar el drenaje, aplicar materiales estabilizadores y realizar un mantenimiento periódico para evitar la progresión de los daños.

2.2.3. Estabilización de suelos

Es un conjunto de técnicas utilizadas para mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo, incrementando su resistencia, durabilidad y capacidad de soporte en proyectos de infraestructura. Su propósito es optimizar el comportamiento del suelo bajo cargas estructurales y condiciones climáticas adversas, reduciendo problemas como asentamientos diferenciales, expansividad, plasticidad y baja compactación. (Aldana, 2021).

Los suelos con alta plasticidad, baja capacidad portante o excesiva retención de agua pueden generar fallas en las estructuras construidas sobre ellos. Para corregir estas

deficiencias, la estabilización puede realizarse mediante diferentes métodos, los cuales se dividen en estabilización mecánica, química y biológica. Cada técnica se aplica en función de tipologías del suelo y escaseces específicas, garantizando una ocupación óptima y prolongando vida útil de infraestructuras.

La estabilización mecánica es la resistencia del suelo mediante compactación o mezcla con materiales granulares, como gravas, arenas o agregados reciclados. Esta técnica aumenta la densidad del suelo y reduce su compresibilidad, haciéndolo más adecuado para aguantar cargas estructurales.

Finalmente, la estabilización biológica es una técnica innovadora que emplea microorganismos y materiales orgánicos para mejorar la cohesión del suelo. Se basa en la introducción de bacterias calcificantes que inducen la precipitación de carbonato de calcio en los poros del suelo, aumentando su resistencia y reduciendo su permeabilidad. ecológica, minimizando el impacto ambiental.

2.2.3.1. Métodos tradicionales de estabilización

Son técnicas ampliamente utilizadas en la construcción para mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo, asegurando su estabilidad y resistencia en proyectos de infraestructura. Estos métodos han sido aplicados durante décadas en la construcción de carreteras, cimentaciones y terraplenes, permitiendo corregir deficiencias en suelos con baja capacidad portante, alta plasticidad o problemas de compactación. (Ulate, 2017).

a) Estabilización mecánica.

- Compactación: Se realiza aplicando equipos mecánicos como rodillos vibratorios, piones mecánicos o compactadores de placa. Este proceso reduce la porosidad y mejora la capacidad del suelo.

- Mezcla con agregados: Se incorpora material granular como arena, grava o piedra triturada para optimar la serie y resistencia, especialmente en suelos arcillosos o limosos.

Este método es ampliamente utilizado en la construcción de bases y subbases para carreteras y plataformas de cimentación. (Ulate, 2017).

b) Estabilización con cal.

El uso de cal viva (CaO) o cal hidratada Ca(OH)_2 es una técnica tradicional eficaz para mejorar suelos arcillosos. La cal reacciona con las partículas de arcilla, reduciendo su plasticidad y aumentando la resistencia.

Ventajas:

- Disminuye la expansividad.
- Aumenta la capacidad de carga y aguante a erosión.
- Mejora la trabajabilidad del suelo en obras viales y cimentaciones.

Es comúnmente utilizada en suelos altamente plásticos.

c) Estabilización con cemento.

La adición de cemento Portland al suelo mejora su resistencia y rigidez, generando un material más estable y duradero. La reacción química entre el cemento y la humedad del suelo genera una matriz sólida que reduce la deformabilidad y aumenta la capacidad portante. (Ulate, 2017).

Aplicaciones:

- Pavimentos y bases estabilizadas en carreteras.
- Suelos con baja cohesión que requieren mayor resistencia.
- Mejora de suelos para plataformas industriales y aeropuertos.

El contenido de cemento varía según el tipo de suelo, generalmente entre 3% y 10% en peso.

d) Estabilización con materiales bituminosos.

Este método consiste en mezclar asfalto o emulsiones bituminosas con el suelo para someter su malicia al agua y mejorar su resistencia. Es común en suelos arenosos y limosos, donde el bitumen actúa como un agente aglutinante que reduce la absorción de agua y la erosión. (Ulate, 2017)

Tipos de estabilización bituminosa:

- Mezcla de asfalto con suelos secos para mejorar la cohesión.
- Uso de emulsiones asfálticas para estabilizar suelos en caminos rurales.
- Tratamiento superficial con capas de sello bituminoso para reducir el polvo y la erosión.

Este método es muy utilizado en la construcción de caminos no pavimentados y pavimentos de bajo costo.

e) Estabilización con cenizas volantes y subproductos industriales.

Es el subproducto de la combustión del carbón en plantas, se utilizan como estabilizantes en suelos arcillosos y limosos.

Beneficios del uso de cenizas volantes:

- Aumentan la resistencia y la durabilidad.
- Reducen la expansión en suelos altamente plásticos.
- Son una alternativa sostenible al uso de cemento y cal.

Este método es aplicado en la construcción de carreteras y rellenos estructurales.

Conclusión: Los métodos de la estabilización son fundamentales para mejorar la resistencia y estabilidad de terrenos con deficiencias estructurales.

2.2.3.2. Alternativas para la estabilización de los suelos

Las alternativas sostenibles emplean recursos naturales, subproductos industriales y técnicas biológicas que disminuyen la huella de carbono y promueven un enfoque ecológico en la construcción. (Lemus & Zelaya, 2023).

1. Estabilización con materiales reciclados y residuos industriales.

El uso de subproductos industriales y residuos reciclados ayuda a reducir la dependencia de materiales tradicionales y mitiga el impacto ambiental.

- Cenizas volantes y escorias industriales: Subproductos de la combustión del carbón y la producción de acero que actúan como agentes cementantes.
- (RCD): Fragmentos de concreto, ladrillo y cerámica triturados que pueden sustituir agregados naturales en la estabilización mecánica de suelos.
- Fibras recicladas (plástico, caucho de neumáticos): Mejoran la cohesión y resistencia del suelo, reduciendo su erosión y deformabilidad.

2. Estabilización con materiales neutrales y orgánicos.

El uso de materiales naturales y biopolímeros ofrece soluciones sostenibles que reducen la emisión de CO₂ y fomentan el uso de recursos renovables.

- Enmiendas agrícolas (cascarilla de arroz, fibra de coco, bagazo de caña): Aportan estabilidad al suelo al mejorar su estructura y reducir la erosión.
- Montmorillonita sódica: Un tipo de arcilla que mejora la coherencia y cabida de gabela del suelo sin necesidad de aditivos químicos.
- Látex natural y resinas vegetales: Actúan como aglutinantes biodegradables que aumentan la resistencia y durabilidad del suelo. (Lemus & Zelaya, 2023).

3. Estabilización biológica con microorganismos

La biotecnología ha desarrollado técnicas innovadoras basadas en el uso de microorganismos para mejorar la estabilidad del suelo.

- Biocementación con bacterias calcificantes (Microbially Induced Calcite Precipitation - MICP): Consiste en la inoculación de bacterias como *Sporosarcina pasteurii*, que precipitan carbonato de calcio en los poros del suelo, formando una matriz más resistente y duradera.
- Bioenzimas: Son enzimas naturales que, al interactuar con los minerales del suelo, aumentan su compactación y resistencia a la erosión. Estas enzimas se

extraen de plantas y microorganismos y traen en la edificación de caminos rurales y terraplenes.

4. Estabilización con polímeros y nano – tecnología.

El uso de polímeros ecológicos y nanopartículas permite modificar las propiedades del suelo sin generar un impacto ambiental negativo. (Lemus & Zelaya, 2023).

- Polímeros biodegradables: Derivados de recursos naturales, forman una película resistente sobre las partículas del suelo, mejorando su cohesión y reduciendo el consumo de agua. (Lemus & Zelaya, 2023).
- Nanomateriales (nanopartículas de sílice y arcilla): Mejoran la compactación del suelo a nivel microscópico, proporcionando una mayor estabilidad sin necesidad de grandes volúmenes de material.

5. Estabilización con técnicas de conservación del suelo.

Las técnicas de manejo sostenible del suelo permiten estabilizar terrenos de forma natural, evitando la degradación y mejorando su estructura sin aditivos externos.

- Cobertura vegetal y revegetación: Raíces de plantas y árboles aumentan la cohesión del suelo y reducen la erosión en pendientes y taludes.
- Uso de terrazas y zanjas de infiltración: Controlan la erosión y estabilizan suelos en zonas con riesgo de deslizamientos. (Lemus & Zelaya, 2023).
- Técnicas de labranza mínima: Reducen la alteración del suelo y promueven su compactación natural sin maquinaria pesada.

2.2.4. Propiedades del suelo en la subrasante

1. Límites de consistencia:

Índice de plasticidad (IP).

Capacidad de suelo fino para desfigurar sin rasgar cuando su contenido de humedad varía. Se determina restando el LP del LL:

$$IP = LL - LP$$

Límites de consistencia

- Límite Líquido (LL): Es la humedad en el suelo, que pierde su resistencia al cizallamiento y se transforma de un estado plástico a un estado líquido. Se mide con el aparato de Casagrande.
- Límite Plástico (LP): Con esta concentración de humedad, el suelo empieza a mostrar un comportamiento plástico y puede moldearse sin romperse.
- Índice de plasticidad (IP): Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo ya no experimenta reducción de volumen al secarse.

Estos valores son fundamentales para clasificar suelos según su plasticidad y predecir su comportamiento bajo condiciones climáticas y de carga.

2. Compactación del suelo y su relación con la estabilidad:

Compactación del suelo.

Es el proceso mecánico por el que se reduce el volumen de huecos del suelo, creciendo su densidad y capacidad. Se logra aplicando energía mediante rodillos, pisonos o vibradores mecánicos. (Chomba & Vásquez, 2022).

Los principales parámetros que influyen en la compactación son:

- Densidad Seca Máxima (γ_d): Es la densidad máxima a la que puede compactarse un suelo con su humedad ideal.
- Humedad Optimo (OCH): Permite alcanzar la máxima compactación sin sobresaturar el suelo.
- Relación de compactación: Expresa el nivel de compactación alcanzado con respecto a un estándar (Ej. Ensayo Proctor).

Relación entre compactación y estabilidad.

Un suelo bien compactado:

- Aumenta su capacidad portante, reduciendo la posibilidad de deformaciones bajo cargas de tránsito.

- Disminuye su permeabilidad, evitando el acopio de agua y reduciendo riesgos de erosión y licuefacción.
- Reduce el asentamiento diferencial, proporcionando una base uniforme para pavimentos y estructuras. (Chomba & Vásquez, 2022).

En pavimentos, una compactación inadecuada puede generar hundimientos, grietas y pérdida prematura de funcionalidad, afectando la vida útil de la vía.

3. Capacidad de soporte:

Capacidad del suelo.

- CBR: Compara la resistencia del suelo con la de un material estándar, determinando su idoneidad para subrasantes. Valores bajos (<5%) indican suelos débiles, mientras que valores altos (>10%) indican suelos con buena capacidad portante.
- Prueba de Placa de Carga: Determina la deformabilidad y rigidez del suelo sometido a cargas progresivas.
- Ensayos triaxiales y de corte directo: Evalúan la resistencia cortante del suelo, considerando la cohesión y el ángulo de fricción interna.

Resistencia del suelo.

La capacidad del suelo para tolerar fuerzas sin deteriorarse ni hundirse se denomina resistencia. Se analiza en función de:

- Resistencia al esfuerzo cortante (τ): Se define por la ecuación de Coulomb:

$$\tau = c + \sigma \tan (\phi)$$

- Esfuerzo a compresión: Indica la capacidad del suelo para resistir cargas sin colapsar, importante en cimentaciones. (Chomba & Vásquez, 2022).
- Resistencia a la tracción: Aunque el suelo tiene baja resistencia a la tracción, su análisis es clave en la persistencia de taludes y distribuciones de contención.

Los suelos con baja resistencia y alta plasticidad pueden requerir estabilización con métodos mecánicos, químicos o biológicos para mejorar su capacidad portante y evitar fallas estructurales.

2.2.5. Ceniza de vegetales

La ceniza de vegetales es el residuo que queda luego de la combustión completa de materia vegetal, como madera, cáscaras, tallos y hojas. Se compone principalmente de minerales y compuestos oxidados, como calcio, potasio, magnesio y fósforo, los cuales varían según el tipo de vegetal quemado. Su formación ocurre cuando la materia orgánica se descompone térmicamente, eliminando el carbono y dejando solo los elementos minerales no combustibles. (Vargas et al., 2020).

Desde un punto de vista químico, la ceniza de vegetales posee un carácter alcalino, debido a la presencia de óxidos y carbonatos, lo que la hace útil en aplicaciones donde se requiere modificar el pH del suelo o neutralizar sustancias ácidas. Su color y textura dependen del material original y del proceso de combustión, pudiendo ser de tonalidades grises, blancas o negras, con una granulometría variable que va desde partículas finas hasta fragmentos más gruesos.

2.2.5.1. Composición química de la ceniza de vegetales

La ceniza de vegetales está compuesta principalmente por minerales y óxidos inorgánicos que permanecen tras la combustión de la materia orgánica de las plantas. Su composición química varía dependiendo del tipo de vegetal, las condiciones de crecimiento, el contenido de nutrientes en el suelo y la temperatura de combustión. (Aguilar, 2023). En general, los principales componentes químicos de la ceniza de vegetales incluyen:

1. Óxidos metálicos principales.

Óxido de Calcio (CaO) – 20% a 50%

- Es el componente mayoritario en la ceniza de madera y restos vegetales, responsable de su carácter alcalino.
- Mejora la estructura del suelo al actuar como enmienda para la corrección de suelos ácidos.
- En la construcción, participa en reacciones puzolánicas cuando se usa en mezclas con cemento o arcilla.

Óxido de Potasio (K_2O) – 10% a 35%

- Se encuentra en altos porcentajes en cenizas de cáscaras, hojas y tallos.
- Es un fertilizante natural que mejora el crecimiento de las plantas y favorece la resistencia a enfermedades.
- Contribuye a la conductividad iónica en suelos agrícolas.

Óxido de Magnesio (MgO) – 1% a 15%

- Interviene en la mejora de la fertilidad del suelo y en procesos enzimáticos en la agricultura. (Aguar, 2023).
- En aplicaciones industriales, se usa en la fabricación de cementos especiales y materiales refractarios.

Óxido de Silicio (SiO_2) – 1% a 20%

- Se encuentra en mayor proporción en plantas ricas en sílice, como el arroz o el bambú. (Aguar, 2023).
- Confiere resistencia mecánica a los materiales cuando se emplea en construcción.
- Ayuda a fortalecer las paredes celulares de las plantas.

2. Compuestos secundarios y oligoelementos.

Además de los óxidos principales, la ceniza de vegetales contiene otros elementos en menor cantidad, esenciales para suelos agrícolas y aplicaciones industriales:

- Fósforo (P_2O_5) – 1% a 5%: Importante para el desarrollo radicular en suelos agrícolas.

- Hierro (Fe_2O_3) – 0.5% a 3%: Participa en reacciones químicas del suelo y la estabilidad de mezclas cementicias.
- Manganeso (MnO) – 0.1% a 1%: Nutriente esencial para plantas y catalizador en procesos industriales.
- Azufre (SO_3) – 0.5% a 2%: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

3. Alcalinidad y pH.

Debido a la presencia de óxidos de calcio, potasio y magnesio, la ceniza de vegetales es altamente alcalina, con un pH que varía entre 9 y 13. (Aguiar, 2023).

Esta alcalinidad la hace útil para:

- Neutralizar suelos ácidos en aplicaciones agrícolas.
- Reducir la acidez en mezclas de materiales de construcción.
- Actuar como agente estabilizante en suelos con alta plasticidad.

4. Factores que afectan su composición.

- Tipo de planta: Las maderas duras generan cenizas con mayor contenido de calcio, mientras que las plantas herbáceas y gramíneas tienen más potasio y sílice.
- Condiciones de combustión: A temperaturas más altas ($>800^\circ\text{C}$), la ceniza pierde compuestos volátiles, dejando una mayor concentración de óxidos metálicos. (Aguiar, 2023).
- Contenido mineral del suelo: Plantas cultivadas en suelos ricos en calcio o silicio producirán cenizas con mayores proporciones de estos elementos.

La ceniza de vegetales es una fuente rica en minerales y compuestos alcalinos, con aplicaciones en agricultura, estabilización de suelos y construcción. Su alta concentración de óxido de calcio, potasio y sílice la convierte en una alternativa sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y desarrollar materiales ecoeficientes en la industria. Sin embargo, su composición varía según el material de origen y el proceso de combustión, por lo que se recomienda analizar su composición química antes de su uso en aplicaciones específicas.

2.2.5.2. Ceniza de cáscara de habas

Este material, al ser incinerado a temperaturas específicas, genera una ceniza de color gris claro a oscuro, rica en compuestos minerales como óxidos de calcio, sílice, potasio y fósforo. Debido a su composición química, ha despertado interés en diversas investigaciones relacionadas con la construcción, la agricultura y el medio ambiente.

Su capacidad para reaccionar con la cal o el cemento en presencia de agua permite mejorar ciertas propiedades mecánicas y de durabilidad en los compuestos donde se incorpora. Esta alternativa no solo representa un aprovechamiento sostenible de residuos agroindustriales, sino también una opción económica y ambientalmente favorable frente a materiales tradicionales más costosos o contaminantes. (Chalco & Tecsi, 2022).

Figura 3

Ceniza de cáscara de habas



Nota. Cenizas luego de la combustión de la cáscara de habas.

Además, su uso promueve la economía circular y contribuye a la reducción de desechos agrícolas, minimizando la quema a cielo abierto que genera emisiones contaminantes. Por tanto, la ceniza de cáscara de habas se presenta como un insumo innovador y ecológico, con potencial para ser incorporado en proyectos de construcción sostenible o tecnologías verdes aplicadas al mejoramiento de materiales de bajo costo, especialmente en zonas rurales o de bajos recursos.

Propiedades de la cáscara de habas.

Las cenizas de cáscara de habas presentan propiedades físicas, químicas y mecánicas que las hacen potencialmente útiles en aplicaciones como materiales de construcción o mejoramiento de suelos. (Chalco & Tecsí, 2022).

- **Propiedades físicas:** La ceniza de cáscara de habas presenta una textura fina y ligera, lo cual facilita su mezcla homogénea con el suelo. Su baja densidad contribuye a reducir el peso volumétrico del terreno tratado, lo que puede ser ventajoso en proyectos donde se requiere aligerar la estructura del suelo. Además, su buena dispersión mejora la trabajabilidad del material estabilizado, ayudando a rellenar vacíos y mejorar la compactación.
- **Propiedades químicas:** Esta ceniza posee un alto contenido de óxidos como el óxido de silicio (SiO_2) y el óxido de aluminio (Al_2O_3), que le confieren características puzolánicas al reaccionar con el hidróxido de calcio presente en suelos arcillosos o en adiciones calizas. Además, contiene trazas de óxidos de potasio y magnesio que pueden influir positivamente en la estabilización química del suelo. (Chalco & Tecsí, 2022).
- **Propiedades mecánicas y reactividad puzolánica:** Esto es especialmente útil en suelos arcillosos con alto contenido de humedad. Además, con un adecuado curado, los productos cementantes formados mejoran significativamente la rigidez y durabilidad del suelo estabilizado.
- **Propiedades ecológicas y sostenibles:** Desde el punto de vista ambiental, el uso de ceniza de cáscara de habas en estabilización de suelos representa una alternativa sostenible, ya que permite valorizar un residuo agrícola que de otro modo sería desechado. Su incorporación en obras civiles disminuye la necesidad de materiales cementantes convencionales, reduciendo así las emisiones de CO_2 y promoviendo prácticas de ingeniería más ecológicas.

2.2.5.3. Ceniza de cáscara de cebada

La ceniza de cáscara de cebada es un residuo sólido obtenido mediante la combustión controlada de las cáscaras externas del grano de cebada (*Hordeum vulgare*), las cuales son subproductos abundantes generados durante el proceso de trilla o descáscarado del cereal. Estas cáscaras, al ser sometidas a temperaturas elevadas, producen una ceniza de color gris claro u oscuro, dependiendo de las condiciones de incineración, que concentra una variedad de minerales presentes en la biomasa original. Este residuo, considerado anteriormente como desecho agrícola, ha adquirido valor por su potencial uso como insumo en aplicaciones sostenibles. (Zapata & Vásquez, 2023).

En términos de composición química, contiene principalmente dióxido de silicio (SiO_2), óxidos de calcio (CaO), potasio (K_2O), fósforo (P_2O_5), y trazas de otros minerales, lo cual le confiere propiedades puzolánicas si es procesada adecuadamente. Esto la convierte en una opción viable como material suplementario en la industria de edificación, principalmente como adición en mezclas de cemento, estabilización de suelos o fabricación de bloques de tierra mejorada, donde puede contribuir a mejorar la resistencia mecánica y la durabilidad de los materiales.

Figura 4

Ceniza de cáscara de cebada



Nota. Cenizas luego de la combustión de la cáscara de cebada.

Propiedades de la cáscara de cebada.

- ✚ **Propiedades físicas:** Es un material de textura fina, color grisáceo a negruzco, y con una densidad aparente baja, lo cual favorece su incorporación uniforme en mezclas con suelos. Su alta porosidad y área superficial contribuyen a mejorar la capacidad de retención de agua del suelo tratado, lo que resulta útil para suelos muy secos o con baja plasticidad. Estas características físicas también permiten una mejor interacción entre las partículas del suelo y los productos de reacción puzolánica. (Zapata & Vásquez, 2023).
- ✚ **Propiedades químicas:** Esta ceniza contiene una proporción significativa de óxido de silicio (SiO_2), óxido de aluminio (Al_2O_3) y óxido de hierro (Fe_2O_3), lo que le otorga propiedades puzolánicas. Al mezclarse con suelos que contienen cal o cuando se adiciona cal viva, estos compuestos reaccionan químicamente generando geles cementantes (como el silicato cálcico hidratado), que optiman la cohesión y aguante del suelo. Además, puede contener trazas de potasio, calcio y magnesio, que también favorecen el proceso de estabilización.
- ✚ **Propiedades mecánicas y reactividad puzolánica:** La reactividad puzolánica de la CCC permite reducir la flexibilidad y expansividad de los suelos arcillosos, mejorar su resistencia y aumentar su módulo de elasticidad con el tiempo. El suelo tratado con esta ceniza presenta mayor resistencia a la erosión, menor permeabilidad y mejor comportamiento bajo cargas, lo que resulta ideal para aplicaciones en subrasantes, caminos rurales o rellenos compactados. (Zapata & Vásquez, 2023).

2.2.5.4. Propiedades puzolánicas y su efecto en el suelo

Las propiedades puzolánicas hacen referencia a la capacidad de ciertos materiales para reaccionar químicamente con la cal $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en presencia de agua, formando mezclados cementantes como silicatos y aluminatos de calcio. Los materiales puzolánicos

suelen ser (cenizas, arcillas calcinadas) o artificiales (cenizas, escorias, ceniza de vegetales). (Aguilar, 2023).

1. Propiedades Puzolánicas.

Las puzolanas poseen diversas propiedades que benefician la ingeniería de suelos y la construcción de infraestructura. Entre las más importantes se encuentran:

- Actividad cementante secundaria: No actúan como cemento de forma natural, pero cuando se combinan con cal en presencia de agua, desarrollan una reacción química que mejora la resistencia y cohesión del suelo.
- Incremento de la durabilidad: Se genera una estructura más compacta y estable, resistente a la acción de sulfatos y a la carbonatación, lo que evita la degradación del suelo tratado. (Aguilar, 2023).
- Aumento de la resistencia mecánica: Se mejora esfuerzo del suelo para aguantar cargas de tráfico y cimentaciones, reduciendo su deformación y asentamientos diferenciales.
- Reducción de la expansión y contracción: En suelos arcillosos, las puzolanas ayudan a disminuir la plasticidad y la susceptibilidad al hinchamiento y retracción, evitando fisuras y grietas en estructuras construidas sobre ellos.

2. Efecto de las propiedades puzolánicas en el suelo.

Mejora de la capacidad portante del suelo:

- La reacción puzolánica fortalece el suelo al incrementar la resistencia a la compresión y al esfuerzo cortante, lo que mejora su capacidad de carga para soportar estructuras y tráfico pesado. (Aguilar, 2023).
- Se reducen los asentamientos y la deformación plástica del suelo, minimizando los problemas estructurales en pavimentos y cimentaciones.

Disminución de la plasticidad y expansividad del suelo:

- Los suelos arcillosos tratados con puzolanas experimentan una reducción del índice de plasticidad, lo que reduce el instinto a difundir y contraerse con cambios de humedad.
- Esto es principalmente útil en zonas con suelos afables, donde la variación volumétrica puede causar problemas en carreteras y cimentaciones.

Reducción de la permeabilidad y aumento de la resistencia a la erosión:

- La compactación mejorada y la reacción puzolánica reducen la permeabilidad del suelo, evitando filtraciones de agua y la pérdida de resistencia debido a la saturación. (Aguiar, 2023).
- En áreas con alto riesgo de erosión, el suelo estabilizado con puzolanas mantiene su estructura y evita la degradación provocada por el viento y la lluvia.

Aplicaciones en la estabilización de suelos y construcción:

El uso de la puzolana en la ingeniería geotécnica y la construcción ha justificado ser una alternativa eficaz para mejorar estabilidad y desempeño del suelo en diferentes aplicaciones:

- Construcción de carreteras y terraplenes: Se emplea en la mejora de la subrasante y subbase de pavimentos. Aumenta la resistencia a la carga del tráfico pesado, reduciendo la deformación de la vía.
- Cimentaciones y estructuras geotécnicas: Suelos mejorados con puzolanas ofrecen mayor resistencia y estabilidad para estructuras como edificios, puentes y presas.
- Control de erosión y rehabilitación de suelos degradados: Se usa en la recuperación de suelos agrícolas y forestales, evitando la degradación del terreno por erosión hídrica y eólica. (Aguiar, 2023).
- Uso en suelos húmedos y de baja resistencia: En regiones con suelos blandos o saturados, la estabilización con puzolanas ayuda a consolidar la estructura del suelo, mejorando su capacidad de soporte.

3. Factores que afectan la eficiencia de las puzolanas en el suelo.

El desempeño de los materiales puzolánicos en la estabilización del suelo depende de varios factores, como:

- Tipo y Composición del Material Puzolánico: Diferentes puzolanas tienen distintos niveles de reactividad; por ejemplo, las cenizas volantes y la ceniza de vegetales suelen ser ricas en sílice y calcio, favoreciendo una reacción más eficiente.
- Condiciones de Humedad: La hidratación es clave para que ocurra la reacción puzolánica, por lo que se debe garantizar una humedad suficiente durante el proceso de estabilización.
- Tiempo de Curado: La ganancia de resistencia se produce a lo largo del tiempo, alcanzando valores óptimos después de varias semanas.
- Proporción de Mezcla con el Suelo: La cantidad de puzolana utilizada debe ser adecuada para lograr una estabilización efectiva sin alterar negativamente otras propiedades del suelo.

4. Contribución a la sostenibilidad y construcción verde.

El uso de puzolanas en la estabilización de suelos ofrece una alternativa ecológica y sostenible a los métodos basados en el uso de cemento y cal. (Aguiar, 2023).

Entre sus beneficios destacan:

- Aprovechamiento de residuos industriales y agrícolas: Materiales como las cenizas volantes, ceniza de vegetales y escorias de alto horno reducen la cantidad de desechos y promueven su reutilización en la construcción.
- Reducción de emisiones de CO₂: En comparación con el cemento Portland, la producción de materiales puzolánicos genera menores emisiones de gases.
- Mayor durabilidad y menor necesidad de mantenimiento: Suelos estabilizados con puzolanas presentan una mayor vida útil y menor deterioro, lo que disminuye costos de reparación y conservación.

Conclusión: Las propiedades puzolánicas juegan un papel crucial en la estabilización de suelos y la construcción sostenible, proporcionando una alternativa eficaz para crecer la resistencia. Su capacidad para reaccionar con la cal y formar compuestos cementantes permite fortalecer suelos débiles, reducir su plasticidad y aumentar su resistencia al agua y a la carga estructural.

2.3. Marco conceptual

a) Ceniza de vegetales

Se compone de minerales como el óxidos de silicio, calcio y magnesio. Presentando un carácter alcalino que la hace útil en diversas aplicaciones. Se emplea en la construcción como material puzolánico en la estabilización de suelos y mezclas cementicias. Su uso promueve la sostenibilidad al reutilizar residuos agroindustriales y reducir la dependencia de insumos sintéticos.

b) Ceniza de cáscara de habas

Este material, de color grisáceo y textura fina, contiene compuestos minerales como óxidos de calcio, silicio, potasio y fósforo, lo que le confiere propiedades puzolánicas que permiten su uso como adición en materiales de construcción como adobe, concreto o suelos estabilizados.

c) Ceniza de cáscara de cebada

La ceniza de cáscara de cebada es un residuo agroindustrial obtenido tras la combustión controlada de las envolturas externas del grano de cebada, comúnmente generadas en procesos agrícolas. Este material presenta una textura fina y color gris oscuro, y se caracteriza por su alto contenido de sílice (SiO_2) y otros óxidos como el de aluminio y hierro, lo que le confiere propiedades puzolánicas. Gracias a estas

características, puede ser utilizada como adición mineral en materiales de construcción o como estabilizante en suelos.

d) CBR

Es el índice de soporte de un suelo en comparación con un material de referencia estándar, determinado mediante un ensayo de penetración. Se expresa como un porcentaje y es utilizado en ingeniería vial y geotécnica para evaluar la resistencia, subbase y base en la construcción de carreteras y pavimentos. Mientras que un CBR bajo muestra la necesidad de estabilización o modificación del suelo, un CBR alto indica un suelo con una capacidad portante adecuada.

e) Estabilización del suelo

Es un proceso de mejora de sus propiedades físico-mecánicas para aumentar su resistencia, capacidad portante y durabilidad, reduciendo su plasticidad, expansividad y susceptibilidad a la erosión. Se logra mediante métodos mecánicos, como compactación y mezcla con agregados, o químicos, utilizando estabilizantes como cal, cemento, cenizas volantes o polímeros. También existen técnicas biológicas, que emplean microorganismos para fortalecer la estructura del suelo. Este proceso es esencial en la construcción de carreteras, asegurando la estabilidad del terreno y prolongando la vida útil de las infraestructuras.

f) Permeabilidad

Es la capacidad de un suelo o material para permitir el paso de fluidos, principalmente agua, a través de sus poros y fisuras bajo una diferencia de presión. Se mide mediante la permeabilidad (k), expresado en cm/s o m/s, y depende de factores como la granulometría, compactación, estructura del suelo y tipo de fluido. Suelos granulares como arenas y gravas presentan alta permeabilidad, facilitando el drenaje, mientras

que los cohesivos como arcillas tienen baja permeabilidad, dificultando el paso del agua.

g) Proctor modificado

Ensayo de laboratorio empleado en geotecnia e ingeniería para determinar la relación óptima entre el OCH y la DMS del suelo cuando se somete a una compactación de alta energía. Se basa en el mismo principio del ensayo Proctor Estándar, pero aplicando una energía de compactación superior, lo que permite alcanzar una mayor densidad.

h) Plasticidad del suelo

La plasticidad del suelo es la capacidad que tienen los suelos finos, especialmente los arcillosos, de deformarse sin fracturarse cuando contienen cierta cantidad de humedad. Suelos con alto IP tienden a expandir y achicar con los cambios de humedad, afectando la estabilidad de estructuras y pavimentos. La plasticidad es un factor clave en la clasificación y estabilización de suelos, ya que influye en su comportamiento mecánico, trabajabilidad y respuesta a cargas externas.

i) Subrasante

Su función principal es proporcionar una base estable y resistente para distribuir las cargas del tránsito hacia el terreno natural sin generar asentamientos excesivos ni deformaciones. Sus propiedades mecánicas, como la capacidad portante (CBR), compactación, plasticidad y permeabilidad, determinan su desempeño y estabilidad a largo plazo.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación se refiere a la perspectiva o modalidad que adopta el investigador para abordar un problema o fenómeno de estudio, determinando el tipo de datos a recopilar, los métodos a utilizar y la manera de analizar la información; puede ser cuantitativo, cualitativo o mixto, según si se priorizan datos numéricos, interpretativos o la combinación de ambos, con el fin de generar conocimiento válido y pertinente acorde a los objetivos planteados. (Hernández & Mendoza, 2018).

La investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recopilación de datos numéricos a través de ensayos técnicos normalizados que permiten medir con precisión las propiedades del suelo tratado y no tratado.

3.2. Tipo de la investigación

Es un tipo de estudio orientado a la solución de problemas concretos mediante la generación de conocimientos que tienen un propósito práctico e inmediato. La investigación aplicada se enfoca en el desarrollo, metodologías o estrategias que mejoren procesos, productos o servicios en distintos campos de la ingeniería. Su objetivo principal

es utilizar principios científicos para resolver situaciones específicas, optimizando recursos y brindando soluciones que puedan ser implementadas. (Hernández & Mendoza, 2018).

Este estudio es de tipo **aplicada**, ya que su propósito es generar conocimientos con un enfoque práctico que pueda ser utilizado para mejorar la infraestructura vial. De esta manera, el estudio no solo aporta información teórica sobre el procedimiento del suelo con ceniza de vegetales (cáscara de habas y cáscara de cebada), sino que también ofrece una solución tangible a un problema de ingeniería.

3.3. Nivel de la investigación

El nivel del estudio es el más profundo dentro de los niveles de investigación, Su objetivo es averiguar las causas y consecuencias de un fenómeno estableciendo vínculos causales entre variables. A través de análisis detallados, pruebas experimentales y métodos estadísticos, este nivel permite no solo describir o correlacionar eventos, sino también explicar por qué ocurren y bajo qué condiciones. (Hernández et al., 2014).

El estudio se desarrolla en un nivel **explicativo**, ya que busca analizar y comprender la relación causa-efecto entre la adición de ceniza de vegetales (cáscara de habas y cáscara de cebada) para mejorar las propiedades del suelo.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño experimental permite analizar la relación causa-efecto entre variables mediante la manipulación controlada. Se basa en la aplicación de grupos experimentales y de control, la asignación aleatoria de sujetos y el control de factores externos para garantizar la validez interna del estudio. (Hernández & Mendoza, 2018).

Este estudio utilizó un diseño **experimental** para evaluar el impacto de la inclusión de cenizas vegetales (cáscara de habas y cáscara de cebada) en las características del suelo en la subrasante de carreteras sin pavimentar. Para ello, se realizarán ensayos de laboratorio en muestras de suelo con y sin la incorporación de ceniza de vegetales,

aplicando distintos porcentajes de adición para analizar sus efectos en variables como la compactación, plasticidad y resistencia.

3.5. Método de la investigación

Se puede conseguir indagación verificable con la observación, el desarrollo de hipótesis, el análisis de datos y las conclusiones gracias al método científico, que es un procedimiento metódico, racional y objetivo. Se basa en principios de reproducibilidad y falsabilidad, lo que garantiza la validez de los resultados y su aplicación en diferentes contextos. (Creswell, 2014).

El estudio se basa en el método **científico**, siguiendo un proceso sistemático de observación, experimentación y análisis de resultados para validar la hipótesis planteada. Se inició con la identificación del problema y la formulación de hipótesis sobre la marca de la ceniza de vegetales de (cáscara de habas y cáscara de cebada) en la tratamiento del suelo.

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

La población de la investigación representa el universo de referencia del cual se extraerá una muestra, en caso de que no sea posible estudiar a toda la población. Una correcta delimitación de la población es esencial para avalar la validez y generalización de resultados derivados en el estudio. (Hernández et al., 2014).

La población comprende los suelos de subrasante de vías no pavimentadas en la provincia de Azángaro, región Puno.

3.6.2. Muestra

Para la tesis se elige un subconjunto específico de la población, de modo que puedan extraerse conclusiones generalizables sin analizar toda la población. Su elección

se basa en criterios estadísticos y metodológicos que garantizan la validez de los resultados. El muestreo puede clasificarse en muestreo probabilístico, en el que todos los elementos cuentan con la misma probabilidad de ser seleccionados, y muestreo no probabilístico, que viene determinado por criterios particulares establecidos por el investigador. (Hernández et al., 2014).

La muestra de estudio está constituida por 3 muestras de suelo extraídas de los tramos representativos de las vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, eligiendo un sector donde las condiciones del suelo sean representativas de las vías de la zona.

Tabla 3*Cantidad de muestra*

Descripción	Índice de Plasticidad	Máxima densidad seca	CBR	Total
SN	3	3	3	9
Con adición				
SN + 5% CH	3	3	3	9
SN + 9% CH	3	3	3	9
SN + 3% CC	3	3	3	9
SN + 7% CC	3	3	3	9
Total				45

Tabla 4*Vías de la provincia de Azángaro*

Nº	Vías no pavimentadas	Progresivas (km)	Material estabilizante
1	Desvío Yajchata – Comunidad C. Yajchata	0+050 – 7+200	Ceniza de cáscara de habas
2	Desvío a la comunidad Yajchata – Desvío a la comunidad Tiruyo	0+000 – 3+600	Ceniza de cáscara de cebada

3.7. Técnicas e instrumentos

3.7.1. Técnicas

- **Observación directa:** Se realizó una inspección visual de los tramos seleccionados de las vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro, identificando las características del suelo, su grado de deterioro y las condiciones de vía. Esta técnica permitirá establecer un diagnóstico inicial y seleccionar puntos estratégicos para la toma de muestras.
- **Muestreo de suelos:** Se empleó una técnica de extracción de muestras alteradas y no alteradas de suelo en el tramo de estudio, siguiendo procedimientos establecidos en normas geotécnicas. Las muestras serán recolectadas en distintos puntos y transportadas al laboratorio para su análisis.
- **Experimentación en laboratorio:** Se aplicó un enfoque experimental mediante la realización de ensayos físicos y mecánicos en laboratorio para evaluar el comportamiento del suelo con y sin la inclusión de ceniza de vegetales.

3.7.2. Instrumentos

1. Para la recolección de muestras.

- Barreno de perforación – Para la extracción de muestras representativas del suelo.
- Bolsas de muestreo y etiquetas – Para la adecuada identificación y conservación de las muestras de suelo recolectadas.
- Guantes y herramientas manuales (pala, pico, flexo) – Para la manipulación de las muestras sin alterar sus propiedades.

2. Para ensayos de laboratorio.

- Tamices de granulometría (serie ASTM) –tamaños de partículas en el interior del suelo.
- Líquidos de Atterberg (agua destilada y aceite de silicona) – Para determinar los límites de plasticidad y liquidez del suelo.

- Equipo de compactación Proctor (molde y pisón estándar o modificado) – Para evaluar la densidad y humedad óptima del suelo tratado.
- Prensa de compresión – Para medir la resistencia mecánica del suelo.
- Balanza – Para pesar muestras y componentes con exactitud.

3. Para el análisis de datos.

- Software (Excel).
- Normas geotécnicas (AASHTO, ASTM, MTC) – Para la validación y comparación de los resultados obtenidos.

3.8. Plan y procesamiento de datos

3.8.1. Desarrollo del plan

Se han desarrollado y ejecutado diversas acciones estratégicas, diseñadas en función de los criterios establecidos.

- ❖ **Fase I: Recopilación de averiguación.** En esta fase, se lleva a cabo una búsqueda minuciosa y sistemática de fuentes bibliográficas, incluyendo tesis, artículos científicos, libros y normativas especializadas, cuya relevancia resulta clave para respaldar el desarrollo del estudio.
- ❖ **Fase II: Identificación de vía y caracterización de materiales.** Esta fase comprende la delimitación precisa del tramo vial objeto de estudio y la peculiaridades física, mecánica y geotécnica de los materiales presentes. Para la identificación de vía, registran coordenadas georreferenciadas, progresivas, puntos de quiebre y características geométricas relevantes, complementadas con inspecciones visuales sistemáticas para determinar el estado superficial y las patologías predominantes.

a) Localización de la 1ra vía

El tramo de estudio se ubica en la provincia de Azángaro, extendiéndose desde el desvío hacia Yajchata hasta la Comunidad C. Yajchata, con una longitud aproximada de 7.20 km.

Figura 5

Localización de la 1ra vía



Nota. Google Maps.

- **Coordenadas de la 1ra vía:**

Tabla 5

Coordenadas de la 1ra vía

Punto	Progresiva (km)	Coordenadas		Altitud (msnm)
		Latitud	Longitud	
V-1	0+050 – 7+200	14°54'35"	70°11'50"	3,859

- **Recolección de muestras de la 1ra vía.**

En esta fase se realizaron exploraciones geotécnicas mediante la excavación de tres calicatas de 1.00 x 1.50 x 1.50 m en puntos estratégicos de la vía no pavimentada. De cada una de las calicatas se obtuvieron aproximadamente 80 kg de material de subrasante, los cuales fueron debidamente acondicionados y trasladados al laboratorio, donde se desarrolló el trabajo experimental principal. Este procedimiento permitió identificar y analizar las características del suelo y los materiales presentes en la zona, proporcionando información clave para el desarrollo del estudio.

Tabla 6

Ubicación de calicatas - 1ra vía

Calicata	Abscisas (km)	Profundidad (m)	Margen
C-01	0+050 – 2+500	1.50	Izquierdo
C-02	2+550 – 4+800	1.50	Derecho
C-03	4+850 – 7+200	1.50	Izquierdo

Se detalla la ubicación precisa de las calicatas, indicando sus respectivas progresivas a lo largo del tramo evaluado, el cual abarca una longitud total de 7.20 km. En cada una de estas excavaciones, se llevó a cabo la recolección de muestras de suelo pertenecientes a la subrasante.

b) Localización de la 2da vía

El tramo de estudio se ubica en la provincia de Azángaro, extendiéndose desde el desvío a la comunidad Yajchata hasta el desvío a la comunidad Tiruyo, con una longitud aproximada de 3.60 km.

Figura 6

Localización de la 2da vía



Nota. Google Maps.

- **Coordenadas de la 2da vía:**

Tabla 7*Coordenadas de la 2da vía*

Punto	Progresiva (km)	Coordenadas		Altitud (msnm)
		Latitud	Longitud	
V-2	0+000 – 3+600	14°54'35"	70°11'50"	3,859

- **Recolección de muestras de la 2da vía.**

En esta fase se realizaron exploraciones geotécnicas mediante la excavación de tres calicatas de 1.00 x 1.50 x 1.50 m en puntos estratégicos de la vía no pavimentada. De cada una de las calicatas se obtuvieron aproximadamente 80 kg de material de subrasante, los cuales fueron debidamente acondicionados. Este procedimiento permitió identificar y analizar las características del suelo y los materiales presentes en la zona, proporcionando información clave para el desarrollo del estudio.

Tabla 8*Ubicación de las calicatas – 2da vía*

Calicata	Abscisas (km)	Profundidad (m)	Margen
C-01	0+750 – 1+750	1.50	Derecho
C-02	1+800 – 2+750	1.50	Izquierdo
C-03	2+800 – 3+600	1.50	Derecho

Se detalla la ubicación precisa de las calicatas, indicando sus respectivas progresivas a lo largo del tramo evaluado, el cual abarca una longitud total de 3.60 km. En cada una de estas excavaciones, se llevó a cabo la recolección de muestras de suelo pertenecientes a la subrasante, las cuales serán sometidas a análisis en laboratorio con el objetivo de evaluar sus propiedades.

c) Elaboración de ceniza de vegetales (cáscara de habas)

- **Recolección de las habas.**

Como primer paso, realizamos la recolección de habas frescas producidas en la provincia de Azángaro, la selección se orientó a obtener habas en estado de madurez óptima, con vainas completas y libres de deterioro, evitando cualquier material contaminado o húmedo.

- **Desvainado de las cáscaras.**

Una vez obtenidas las habas, se procedió al desvainado manual. Cada vaina fue abierta con las manos, separando cuidadosamente los granos de sus respectivas cáscaras. Las cáscaras seleccionadas se colocaron en recipientes limpios, eliminando restos adheridos de pulpa o suciedad. Esta etapa se ejecutó durante aproximadamente 1 hora.

- **Limpieza y secado de las cáscaras.**

Posteriormente, las cáscaras fueron extendidas sobre mantas y superficies limpias, bajo exposición directa al ambiente. Se realizó una limpieza preliminar retirando impurezas visibles como tierra, hojas o fragmentos extraños. Luego, se dejaron secar al sol durante 72 horas, asegurando que el material reduzca su humedad natural antes del proceso de combustión. Durante este periodo, las cáscaras fueron removidas manualmente cada 6 a 8 horas para uniformizar el secado y evitar la acumulación de humedad.

- **Preparación del área de combustión.**

Para la obtención de la ceniza, se habilitó un espacio seguro al aire libre para hacer un horno artesanal, utilizado piedras y ladrillos en los laterales para contener el fuego, posterior a ello se preparó una base de carbón que permita encender la combustión.

- **Combustión de las cáscaras de habas.**

Las cáscaras secas fueron colocadas gradualmente sobre una base de carbón encendido. La quema se realizó de forma manual, controlando el fuego mediante el abastecimiento progresivo del material vegetal. La combustión se mantuvo en un

rango aproximado de 300 °C a 500 °C, temperatura alcanzada de forma natural por una fogata abierta. El punto de cocción de las cáscaras se identificó cuando estas cambiaron de un tono marrón oscuro a negro, para finalmente transformarse en un polvo grisáceo, indicando su correcta carbonización.

- **Enfriado y recolección de la ceniza.**

Luego de concluida la combustión, la acumulación de ceniza se dejó reposar a temperatura ambiente durante aproximadamente 4 horas, hasta asegurar su enfriamiento total. Una vez fría, la ceniza fue recogida manualmente con palas pequeñas y colocada en recipientes limpios, evitando mezclarla con carbón sin quemar o partículas grandes.

- **Tamizado y almacenamiento.**

El material obtenido, de textura fina y color gris, fue almacenado en bolsas plásticas debidamente rotuladas, preservándolo de la humedad y del contacto con el exterior hasta su uso en los ensayos de laboratorio.

Figura 7

Obtención de la cáscara de habas



- **Propiedades químicas de la ceniza de cáscara de habas.**

Tabla 9*Propiedades químicas de la ceniza de cáscara de habas*

Componente químico	Símbolo	Contenido (%)	Función
Óxido de silicio	SiO ₂	45 – 65	Material puzolánico que incrementa la resistencia y el CBR.
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	5 – 12	Mejora la cohesión del suelo estabilizado.
Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	3 – 8	Contribuye a la estabilidad estructural.
Óxido de calcio	CaO	5 – 15	Activa reacciones cementantes.
Óxido de magnesio	MgO	1 – 4	Aporta estabilidad química.
Óxido de potasio	K ₂ O	2 – 6	Incrementa la alcalinidad del medio.
Óxido de sodio	Na ₂ O	0.5 – 2	Favorece la reactividad química.
Pérdida por ignición	LOI	5 – 10	Indica calidad de la calcinación.
pH	-	9 – 12	Medio alcalino favorable para la estabilización.

Nota. Los valores de la tabla se establecen a partir de las siguientes referencias, (Cornelio & Peralta, 2023), (Villena, 2023).

d) Obtención de ceniza de vegetales (cáscara de cebada)

- **Selección del cultivo y recolección de las espigas.**

La obtención del material empezó con la identificación del punto de cultivo de cebada perteneciente a mis familiares que son productores de cebada en la provincia de Azángaro, donde recolectamos espigas de cebada maduras. Se optó por espigas bien desarrolladas y con cáscaras secas y firmes.

- **Separación manual del grano de cebada.**

A diferencia de otros cultivos, la cebada requiere un proceso de frotado manual para desprender el grano sin dañar la cáscara. Para ello, las espigas fueron desgranadas manualmente y frotadas suavemente con ambas manos hasta liberar los granos. Luego se ejecutó una selección manual para retirar restos de paja y fragmentos de tallo, conservando únicamente las cáscaras más limpias.

- **Aireado y secado.**

Una vez obtenidas, las cáscaras se distribuyeron en una capa delgada sobre unas mantas amplias y limpias. En lugar de exponerlas simplemente al sol, se aprovechó la ventilación natural característica de la zona, dejando que el aire frío y seco contribuya al retiro progresivo de humedad. Este proceso de aireado se mantuvo durante dos días completos, removiendo las cáscaras de cebada de manera periódica para evitar compactaciones y asegurar un secado homogéneo.

- **Preparación de la quema de cáscara.**

Para transformar las cáscaras en ceniza, se acondicionó un espacio rústico empleando una plataforma de piedras que nos permitió concentrar el calor sin riesgo de dispersión del fuego. En este lugar se encendió una fogata utilizando leña seca local.

- **Carbonización de las cáscaras.**

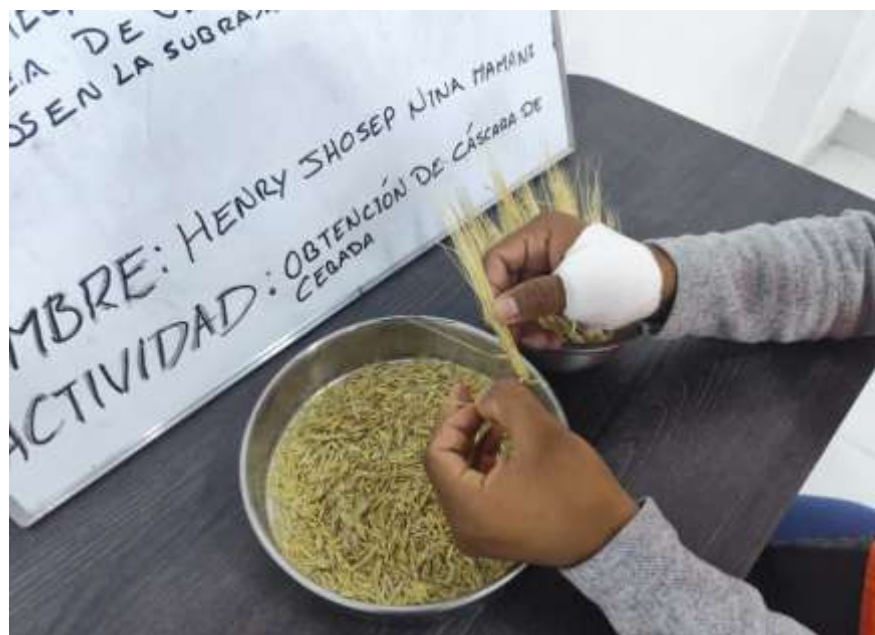
Cuando la fogata alcanzó un nivel estable, se añadieron de manera progresiva las cáscaras de cebada. Estas se introdujeron en pequeñas cantidades para evitar una combustión brusca y permitir que la temperatura del fuego, naturalmente variable, se mantenga dentro del rango aproximado de 350 °C a 450 °C. La carbonización avanzó hasta que las cáscaras perdieron su consistencia fibrosa y adquirieron un color gris claro, señal de que el material orgánico se consumió casi por completo.

- **Obtención del material quemado.**

Una vez terminada la combustión, la fogata se dejó apagar por sí sola hasta que el material alcanzó una temperatura segura para ser manipulado. El reposo duró cerca de dos horas, necesario para evitar la pérdida de partículas finas por corrientes de aire. Luego, se recogió la ceniza con palas pequeñas y se depositó en recipientes limpios para su utilización en los ensayos de laboratorio.

Figura 8

Obtención de la cáscara de cebada



Nota. La ceniza de vegetales, tomado del estudio realizado por el tesista.

- Propiedades químicas de ceniza de cáscara de cebada.

Tabla 10

Propiedades químicas de la ceniza de cáscara de cebada

Componente químico	Símbolo	Contenido (%)	Función
Óxido de silicio	SiO ₂	35 – 55	Material puzolánico que mejora el CBR.
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	4 – 10	Incrementa la cohesión del suelo.
Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	2 – 7	Aporta estabilidad estructural.
Óxido de calcio	CaO	3 – 10	Activa reacciones cementantes.
Óxido de magnesio	MgO	1 – 3	Contribuye a la estabilidad química.
Óxido de potasio	K ₂ O	4 – 8	Aumenta la alcalinidad del sistema.
Óxido de sodio	Na ₂ O	0.5 – 2	Favorece la reactividad química.
Pérdida por ignición	LOI	6 – 12	Indica calidad de la calcinación.
pH	-	8.5 – 11	Medio alcalino para la estabilización.

Nota. Los valores de la tabla se establecen a partir de las siguientes referencias, (Hernández T. , 2016), (Valera, 2023).

e) Cantidad de cenizas vegetales para el desarrollo de la investigación.**Tabla 11***Cantidad requerida de cenizas vegetales*

Adición	Cantidad de materiales utilizados		
	Cantidad de material empleado de subrasante para los ensayos (kg)	Cantidad ceniza de cáscara de habas (kg)	Cantidad ceniza de cáscara de cebada (kg)
5% Ceniza de cascara de habas	14 x 3(*)	2.10	-
9% Ceniza de cascara de habas	14 x 3(*)	3.78	-
3% Ceniza de cascara de cebada	14 x 3(*)	-	1.26
7% Ceniza de cascara de cebada	14 x 3(*)	-	2.94
Cantidad del material (kg)		5.88 kg	4.20 kg

Para el desarrollo del estudio se utilizaron 5.88 kg ceniza de cáscara de habas y 4.20 kg ceniza de cáscara de cebada.

❖ **Fase III: Ensayos de laboratorio.** Se llevó a cabo diversos pruebas de laboratorio con las muestras recolectadas, con el propósito de evaluar sus propiedades. Para ello, se realizaron combinaciones con ceniza de vegetales (ceniza de cáscara de habas y ceniza de cáscara de cebada), analizando su influencia en la mejora de las características del material base.

A. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA:

El ensayo de granulometría en suelos se utiliza para hallar la colocación del tamaño de partículas mediante el proceso de tamizado, constituyendo una prueba fundamental para la clasificación del suelo. Para la ejecución de este ensayo se consideró una muestra de 10 kg por cada vía evaluada, de acuerdo con lo establecido por el MTC (2014).

Objetivo:

Determinar la distribución granulométrica de un suelo mediante tamizado y sedimentación (para partículas finas), de acuerdo con normas técnicas como ASTM D6913 y ASTM D7928.

Procedimiento:

- Secado: Someter la muestra de suelo a una temperatura de estufa de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta alcanzar un peso constante.
- Pesado: Se toma una muestra representativa de aproximadamente 500 gr a 1000 gr.
- Desmenuzado: Se eliminan terrones sin romper partículas individuales.
- Se seleccionan tamices con aperturas de tamaño decreciente (ejemplo: 2", 1", 3/8", No.4, No.10, No.40, No.200).
- Se pone la muestra en el tamiz superior y se somete a vibración mecánica o agitación manual por 10 a 15 minutos.
- Se toma aproximadamente 50 g de la fracción fina (pasante del tamiz No.200).
- Se mezcla con agua y dispersante (hexametáfosfato de sodio al 4%).
- Se agita la muestra por 2 horas para asegurar la dispersión de partículas finas.
- Se vierte la mezcla en una probeta graduada con agua destilada hasta los 1000 ml.
- Se utilizan las lecturas del hidrómetro y la temperatura para calcular el diámetro de las partículas mediante la Ecuación de Stokes.
- Se elabora una tabla de granulometría, con los pesos retenidos y el porcentaje pasante acumulado.
- Se grafica la curva granulométrica, con el eje X representando el diámetro de partícula y el eje Y el porcentaje pasante acumulado.
- Se clasifica el suelo según la USCS o AASHTO.

B. CONTENIDO DE HUMEDAD:

Es fundamental en ingeniería geotécnica y construcción, ya que influye en la compactación, resistencia y estabilidad del suelo.

Procedimiento.

- Se toma una muestra representativa del suelo, evitando pérdidas de humedad.

- Se coloca en un recipiente metálico previamente pesado.
- Se pesa la muestra húmeda junto con el recipiente.
- Se tapa el recipiente para evitar evaporación antes del secado.
- Se coloca la muestra en un horno a 110 ± 5 °C durante mínimo 24 horas.
- Para suelos con alto contenido de materia orgánica o yeso, se usa una temperatura menor (60 °C a 80 °C) para evitar la descomposición de compuestos volátiles.
- Se calcula con:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

- W_w = peso inicial de la muestra
- W_s = peso seco de la muestra

C. ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA:

Los límites de consistencia determinan las condiciones en las que un suelo fino (arcilloso o limoso) cambia de estado, pasando de sólido a semisólido, plástico y líquido. Son fundamentales para clasificar suelos y evaluar su comportamiento:

Objetivo.

Determinar los límites de consistencia de un suelo según las normas ASTM D4318 y AASHTO T89-T90, identificando:

- **Límite líquido (LL):** Concentración de humedad a la que el suelo pasa de una forma plástica a una forma líquida.
- **Límite plástico (LP):** Concentración de humedad a la que el suelo pasa de semisólido a plástico.
- **Índice de plasticidad (IP):** La distinción entre el límite líquido y el límite plástico, que significa la flexibilidad del suelo.

Procedimiento.

Límite Líquido (LL):

- La muestra se somete a tamizado utilizando el tamiz N° 40 (0,425 mm)
- Colocación en la copa de Casagrande: Se llena la copa con la muestra formando una capa de 10 mm de espesor.
- Formación de la ranura: Se corta la muestra con la cuchilla estándar en forma de canal.
- Carreras de la copa: La manivela se gira a una frecuencia de 2 golpes por segundo hasta que los bordes de las ranuras convergen a una longitud de 12 mm.
- Documentación del recuento de golpes: Realizado a distintos niveles de humedad para recopilar datos que oscilan entre 15 y 35 golpes.

Límite Plástico (LP):

- Preparación: Se extrae una cantidad de tierra tamizada y se combina con agua hasta conseguir una estabilidad plástica.
- Formación del hilo: Se amasa el suelo y se forma un hilo de 3 mm.
- Rotura del hilo: Cuando el hilo comienza a desintegrarse a un diámetro de 3 mm, se recoge una muestra para evaluar su contenido de humedad.
- Secado en horno: Para humedad correspondiente al límite plástico.

Cálculo del IP:

El IP se obtiene con la fórmula:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

- LL = Límite líquido (%).
- LP = Límite plástico (%).
- IP = Índice de plasticidad.

D. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO:

Se trata de un procedimiento de laboratorio que analiza la relación entre el contenido de humedad y la densidad máxima seca del suelo, bajo una energía de compactación previamente establecida. La realización del ensayo Proctor modificado se emplearon 25 kg de muestra por cada vía evaluada, conforme a lo indicado por el MTC (2014).

Procedimiento:

- La suciedad se pasa por el tamiz n.º 4 (4,75 mm) y se recoge una muestra representativa.
- Se seca la muestra en horno hasta peso constante.
- Se divide la muestra en porciones y se humedece progresivamente (5 pruebas con diferentes contenidos de agua).
- Se maciza con 25 golpes del martillo de 4.54 kg, desde 457 mm de altura.
- Se alisa la superficie y se mide la altura final.
- Se pesa el suelo compactado junto con el molde.
- Se extrae una muestra del suelo compactado y se determina su humedad en horno.
- La densidad húmeda (γ) se obtiene con la fórmula:

$$\gamma = \frac{M}{V}$$

Donde:

- M = Masa del suelo compactado (g).
 - V = Volumen del molde (cm³).
- La densidad seca (γ_d) se calcula como:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + W}$$

Donde:

- W = Contenido de humedad (%).

Figura 9

Proctor modificado



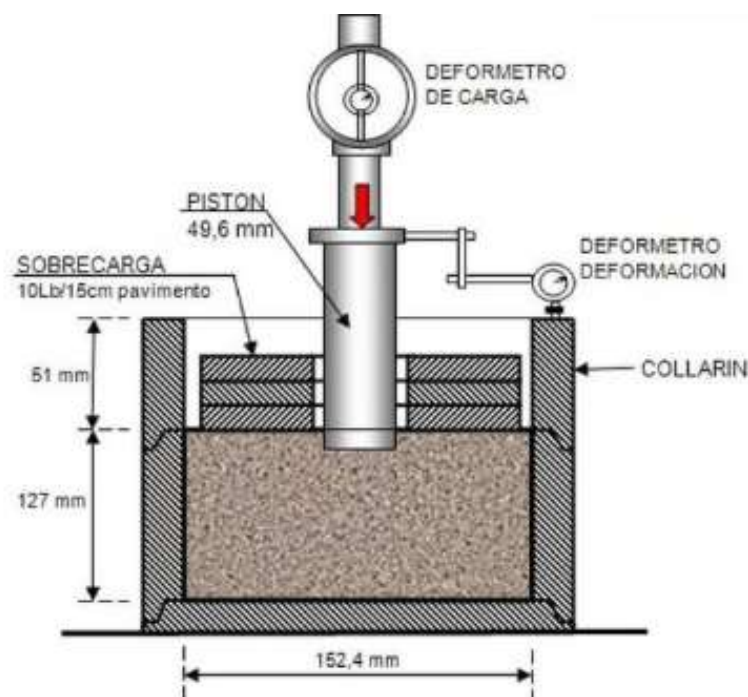
Nota. Moldes para el Proctor modificado, según ASTM D-1557.

E. ENSAYO DE CBR:

Procedimiento:

- Se mezcla con agua hasta alcanzar el contenido de humedad óptimo (determinado previamente con el Ensayo Proctor Modificado).
- Se comprime en cinco capas dentro del molde, utilizando 56 golpes cada capa, con un martillo de 4,54 kg dejado caer desde una altura de 457 mm.
- Se sumerge la muestra compactada en agua durante 96 horas (4 días).
- Se mide la expansión del suelo con un comparador de deformación.
- Se coloca el molde en la máquina de carga.
- Se ejerce una carga mediante una pieza de agudeza de 50 mm de diámetro a una velocidad de 1,27 mm/min.
- Se registra la carga en función de la penetración a diferentes profundidades: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 mm.
- Se compara la carga obtenida con la carga estándar, usando las cargas de penetración de 2.5 mm y 5.0 mm.

$$CBR = \frac{\text{Carga suelo}}{\text{Carga estad.}} \times 100$$

Figura 10*Prueba de CBR*

Nota. Prueba de CBR in situ, según ASTM D-1883.

3.8.2. Procesamiento datos

Los datos se organizaron y presentaron de forma más eficaz mediante tablas. Para facilitar su comprensión e interpretación, se analizarán posteriormente con mayor profundidad mediante métodos matemáticos y gráficos. Mediante evaluaciones meticulosas y la aplicación de procedimientos analíticos adecuados, esta estrategia pretende garantizar la precisión y fiabilidad de los hallazgos obtenidos.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados obtenidos

En esta sección de resultados, se presentan y analizan los hallazgos principales derivados de la investigación sobre el suelo natural de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro. Se pone énfasis en las características físicas-mecánicas del suelo natural, tales la granulometría, límites de Atterberg, compactación y capacidad de soporte (CBR), las cuales revelan limitaciones inherentes que afectan la estabilidad y durabilidad de las vías. Posteriormente, se evalúa la incidencia de adición de cenizas vegetales provenientes de cáscara de habas y cáscara de cebada en diferentes proporciones (por ejemplo, 5%, 10% y 15% en peso seco). Los resultados muestran una reducción significativa en el índice de plasticidad de los suelos, pasando de valores iniciales elevados (indicativos de suelos expansivos) a rangos más estables, lo que mitiga problemas de agrietamiento y deformación plástica bajo cargas repetidas. Finalmente, se determinan los efectos en el grado de compactación máxima (según Proctor modificado) y la capacidad de soporte (CBR), donde la adición óptima de cenizas incrementa tanto la DMS y el valor CBR en hasta un 30-50%, dependiendo de la proporción y tipo de ceniza.

4.1.1. Resultado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante

4.1.1.1. Resultados de la 1ra vía

A. Contenido de humedad:

Tabla 12

Humedad en los especímenes

Contenido de humedad	
Calicata	Humedad (%)
C-01	13.24
C-02	12.35
C-03	12.98
Promedio	12.86

Los valores alcanzados respecto al contenido de humedad de cada espécimen extraído del suelo subrasante de la primera vía. Los resultados reflejan variaciones en los niveles de humedad, obteniendo un valor promedio de 12.86%.

B. Análisis granulométrico:

Tabla 13

Granulometría de las muestras extraídas

Granulometría – Suelo de subrasante				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Que pasan (%)		
		C - 01	C - 02	C - 03
1 1/2"	38.100	-	-	-
1"	25.000	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	91.94	89.66	92.12
3/8"	9.500	74.98	73.87	71.23
N° 4	4.750	62.63	60.55	61.99
N° 10	2.000	47.33	43.99	47.67
N° 40	0.425	35.08	29.99	32.05
N° 200	0.075	17.43	9.32	16.16

Figura 11

Análisis granulométrico - C1

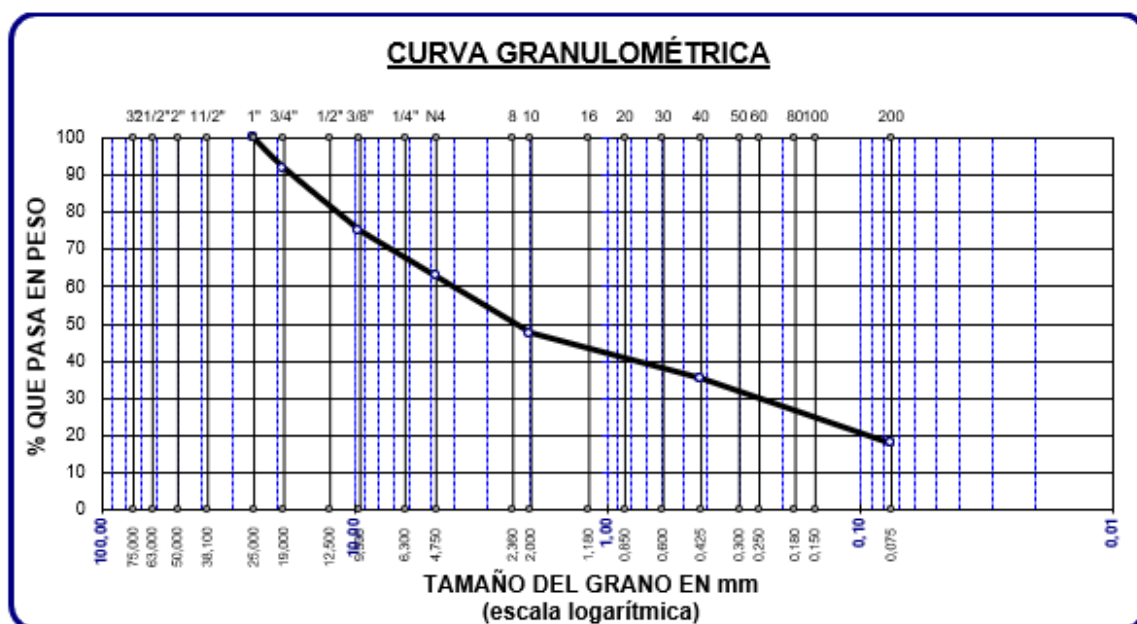


Figura 12

Análisis granulométrico - C2

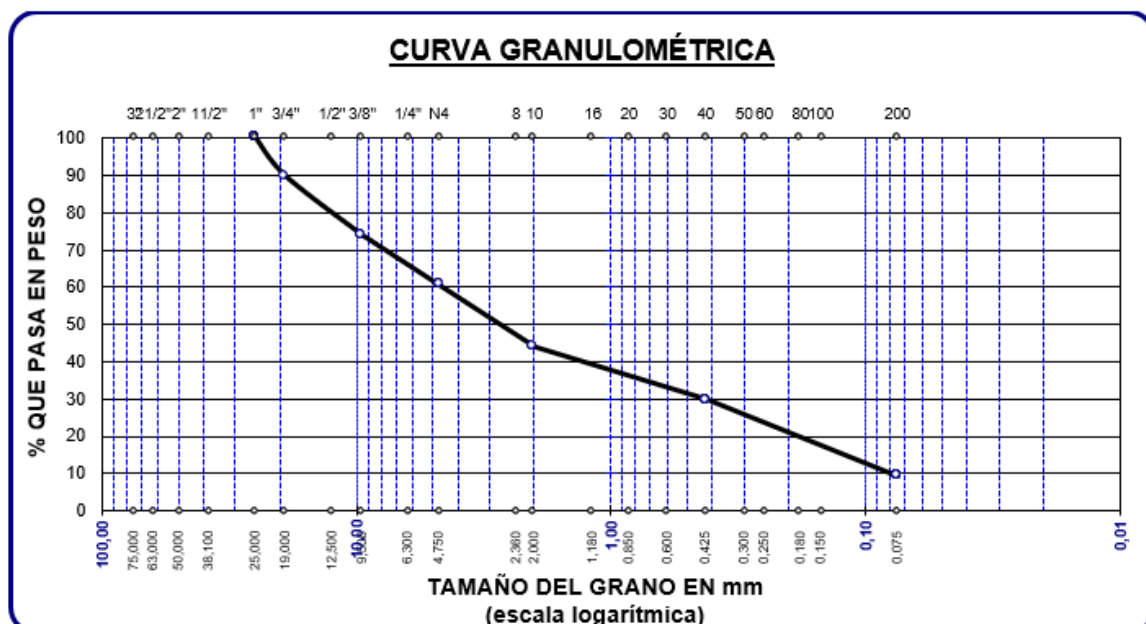
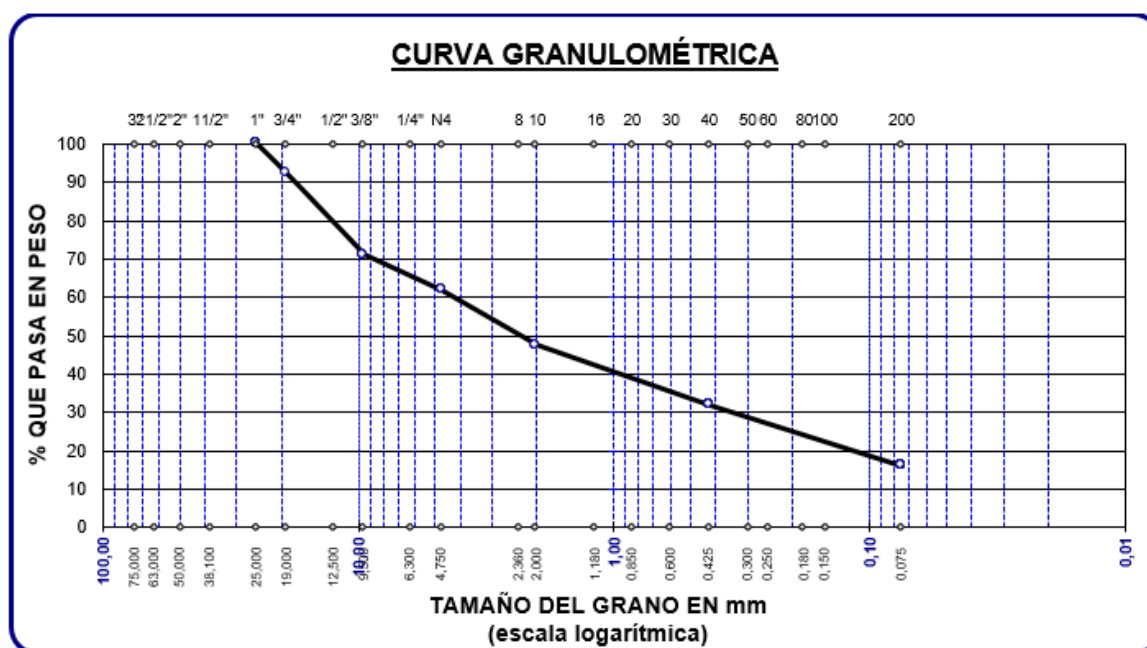


Figura 13

Análisis granulométrico – C3



C. Índice de plasticidad:

Tabla 14

IP del suelo natural

Límites de Atterberg – Suelo de subrasante			
Calicata	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-01	26.47	12.89	13.58
C-02	27.29	12.47	14.82
C-03	26.98	12.84	14.14
Promedio	-	-	14.18

La tabla presenta los valores de las pruebas realizadas en el laboratorio, en las cuales se determinó un índice de plasticidad promedio del 14.18%. Este valor indica que el suelo analizado posee una baja plasticidad, lo que sugiere una menor capacidad de deformación en presencia de humedad.

D. Grado de compactación:**Tabla 15***Grado de compactación de las muestras*

Grado de compactación – Suelo de Subrasante		
Calicata	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C-1	1.805	8.71
C-2	1.831	8.56
C-3	1.819	8.39
Promedio	1.818	8.55

Se muestran los valores medios de la MDS y del OCH de las muestras analizadas. Los resultados revelan de 1,818 gr/cm³ y de 8.55%.

E. Capacidad de soporte CBR:**Tabla 16***CBR de las muestras*

CBR – Especímenes de Subrasante		
Calicata	CBR al 100% MDS	CBR al 95% MDS
C-01	7.70	5.10
C-02	6.00	3.90
C-03	7.00	4.60
Promedio	6.90	4.53

La tabla muestra los valores promedio obtenidos en las pruebas de CBR realizadas a diferentes niveles de compactación. Para el CBR al 100% de la MDS, se registró un valor de 6.90%, mientras que el CBR al 95% de la MDS presentó un promedio de 4.53%.

4.1.1.2. Resultados de la 2da vía

A. Contenido de humedad:

Tabla 17

Contenido de humedad en los especímenes

Contenido de humedad	
Calicata	Humedad (%)
C-01	11.44
C-02	12.65
C-03	12.09
Promedio	12.06

La tabla muestra los valores alcanzados respecto al contenido de humedad de cada espécimen extraído de la subrasante del suelo. Los resultados reflejan variaciones en los niveles de humedad, obteniendo un valor promedio de 12.06%.

B. Análisis granulométrico:

Tabla 18

Granulometría de las muestras extraídas

Granulometría – Suelo de subrasante				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Que pasan (%)		
		C - 01	C - 02	C - 03
1 1/2"	38.100	-	-	-
1"	25.000	99.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	89.83	87.38	92.31
3/8"	9.500	76.39	69.89	72.38
N° 4	4.750	58.69	58.22	63.53
N° 10	2.000	47.02	43.27	46.17
N° 40	0.425	30.92	28.15	29.70
N° 200	0.075	11.07	9.80	12.54

Figura 14

Análisis granulométrico - C1

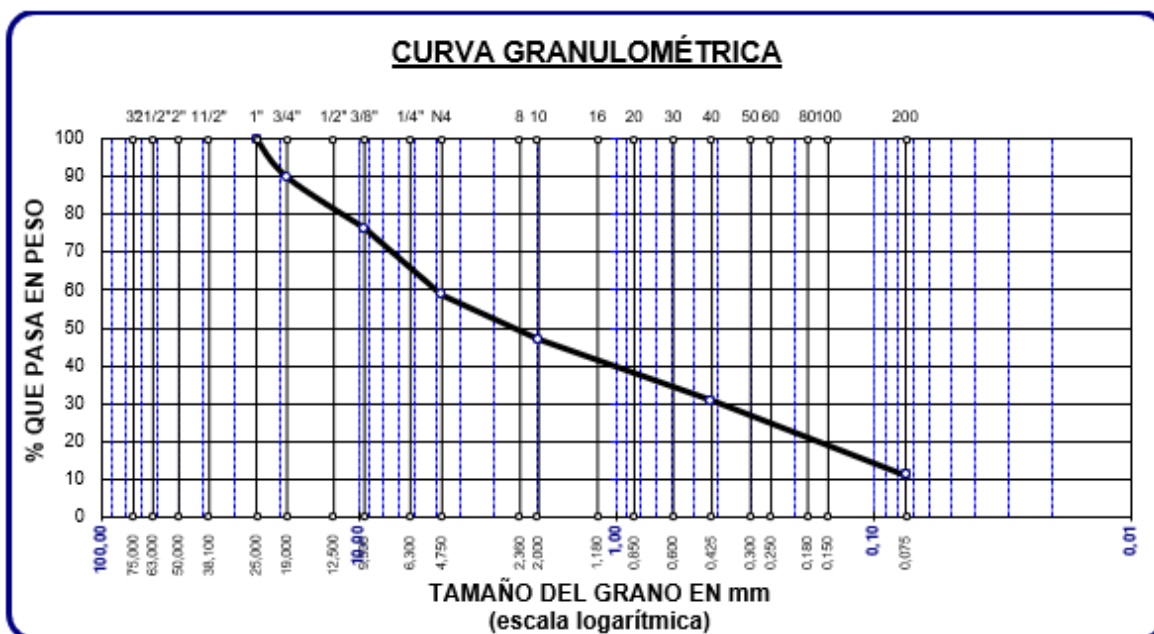


Figura 15

Análisis granulométrico – C2

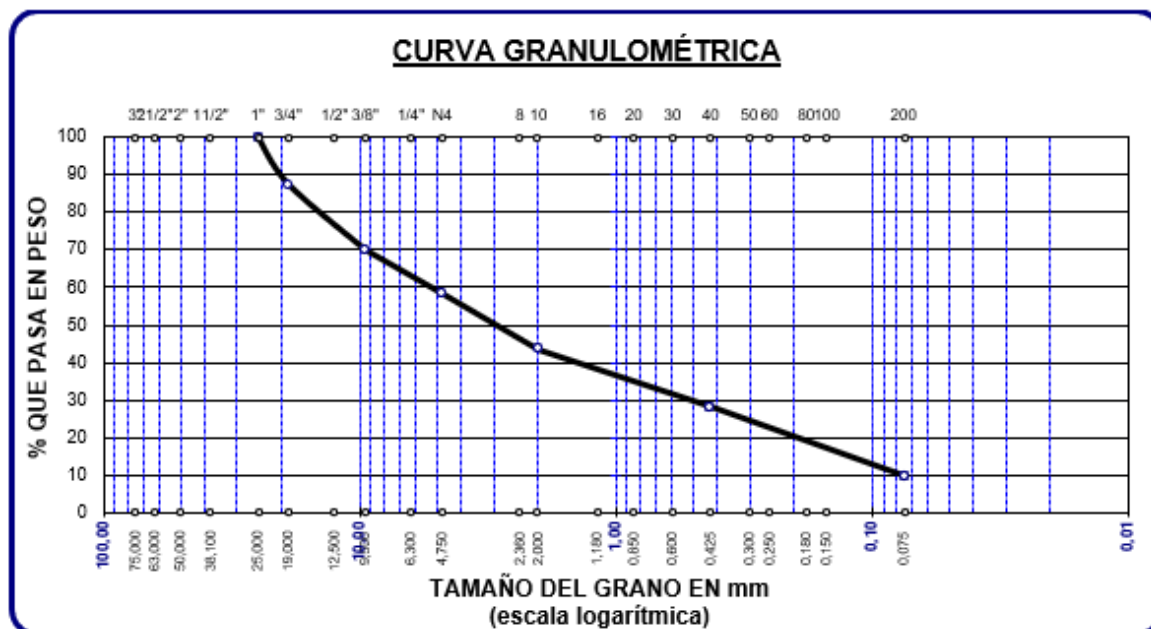
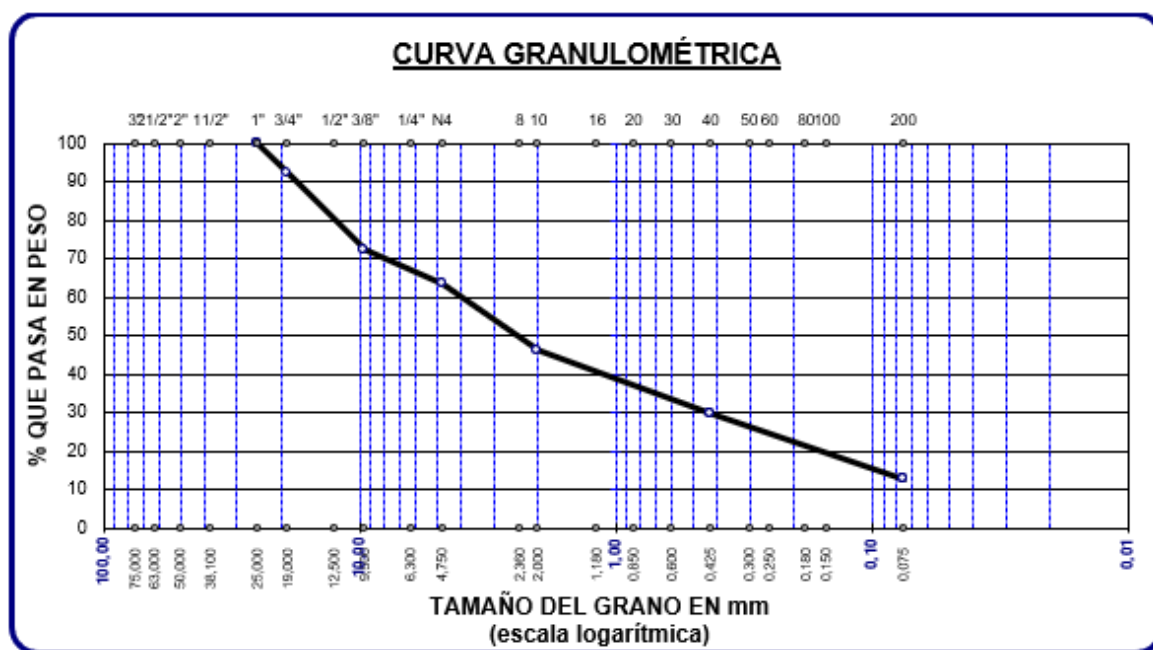


Figura 16

Análisis granulométrico – C3



C. Índice de plasticidad:

Tabla 19

Límites de consistencia del suelo natural

Límites de Atterberg – Suelo de subrasante			
Calicata	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-01	32.73	18.40	14.33
C-02	31.99	16.85	15.14
C-03	31.12	16.61	14.51
Promedio	-	-	14.66

La tabla presenta los valores de las pruebas realizadas en el laboratorio, en las cuales se determinó un índice de plasticidad promedio del 14.66%. Este valor indica que el suelo analizado posee una baja plasticidad, lo que sugiere una menor capacidad de deformación en presencia de humedad.

D. Grado de compactación:**Tabla 20***Grado de compactación de las muestras*

Grado de compactación – Suelo de Subrasante		
Calicata	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
C-1	1.785	9.29
C-2	1.757	8.90
C-3	1.823	9.61
Promedio	1.788	9.27

Se muestran los valores medios de la MDS y del OCH de las muestras analizadas. Los resultados revelan una densidad de 1,788 g/cm³ y una humedad óptima de 9,27%.

E. Capacidad de soporte CBR:**Tabla 21***CBR de las muestras*

CBR – Especímenes de Subrasante		
Calicata	CBR al 100% MDS	CBR al 95% MDS
C-01	6.00	3.90
C-02	5.70	3.80
C-03	6.20	4.10
Promedio	5.97	3.93

La tabla muestra los valores promedio obtenidos en las pruebas de CBR realizadas a diferentes niveles de compactación. Para el CBR al 100% de la MDS, se registró 5.97%, mientras que el CBR al 95% de la MDS con media 3.93%.

4.1.2. Resultados de ceniza de vegetales en el índice de plasticidad

4.1.2.1. Resultados de la 1ra vía

a) SN + 5% CH

Tabla 22

IP del SN + 5% CH

IP – SN + 5% CH		
Adición	IP (%)	Promedio (%)
SN	14.18	-
C1 + 5% CH	11.95	
C2 + 5% CH	12.35	11.96
C3 + 5% CH	11.68	

Se observa que la incorporación del 5% de CH genera una reducción en el IP, obteniendo un valor de 11.96%. Esto indica que el suelo mantiene características propias de materiales arcillosos con un nivel de plasticidad medio.

b) SN + 9% CH

Tabla 23

IP del SN + 9% CH

ÍP – SN + 9% CH		
Adición	IP (%)	Promedio (%)
SN	14.18	-
C1 + 9% CH	9.57	
C2 + 9% CH	10.48	9.98
C3 + 9% CH	9.89	

Se observa que la incorporación del 9% de CH genera una notable reducción en el IP, obteniendo un valor de 9.98%. Esto indica que el suelo mantiene características propias de materiales arcillosos con un nivel de plasticidad medio.

c) Comparativo de resultados obtenidos en la evaluación del IP

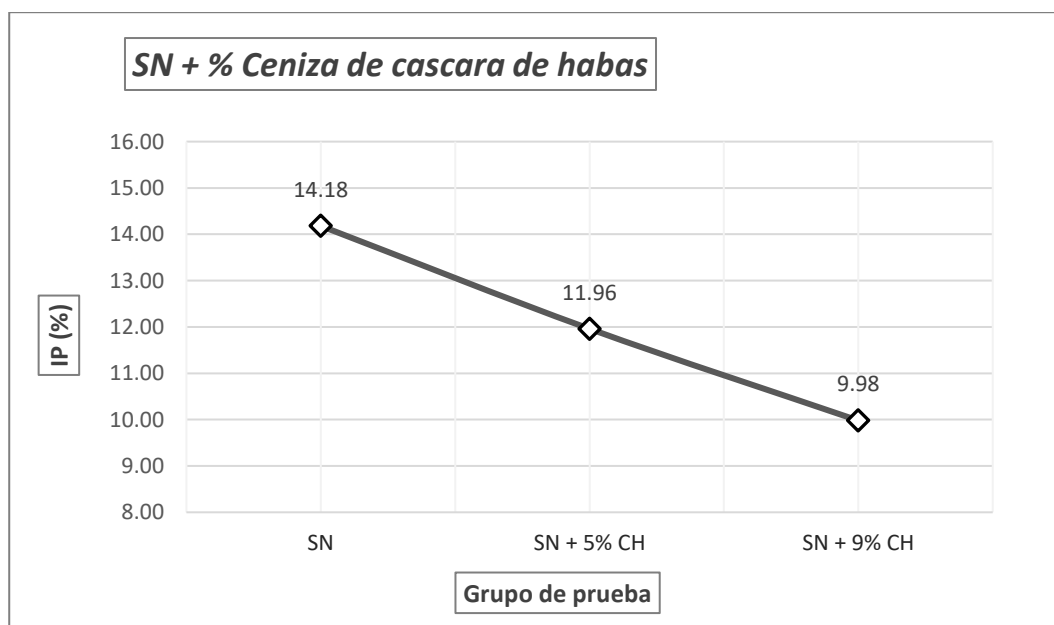
Tabla 24

Resultados obtenidos del IP del SN + % CH

Índice de plasticidad – SN + % CH	
Adición	IP (%)
SN	14.18
SN + 5% CH	11.96
SN + 9% CH	9.98

Figura 17

Resultados obtenidos del IP del SN + % CH



Se presentan los valores obtenidos del IP del suelo de la subrasante + ceniza de cáscara de habas. Se observa que la incorporación de la CH genera una notable reducción en el IP. Esto indica que el suelo mantiene características propias de materiales arcillosos con un nivel de plasticidad medio.

4.1.2.2. Resultados de la 2da vía

a) Índice de plasticidad de SN + 3% CC

Tabla 25

IP del SN + 3% CC

ÍP – SN + 3% CC		
Adición	IP (%)	Promedio (%)
SN	14.66	-
M1 + 3% CC	12.37	
M2 + 3% CC	13.03	12.68
M3 + 3% CC	12.64	

Se observa que la incorporación del 3% de CC genera una ligera reducción en el IP, obteniendo un valor de 12.68%. Esto indica que el suelo mantiene características propias de materiales arcillosos con un nivel de plasticidad medio.

b) Índice de plasticidad de SN + 7% CC

Tabla 26

IP del SN + 7% CC

Índice de plasticidad – SN + 7% CC		
Adición	IP (%)	Promedio (%)
SN	14.66	-
M1 + 7% CC	10.22	
M2 + 7% CC	10.08	10.04
M3 + 7% CC	9.81	

Se observa que la incorporación del 7% de CC genera una ligera reducción en el IP, obteniendo un valor de 10.04%. Esto indica que el suelo mantiene características propias de materiales arcillosos con un nivel de plasticidad medio.

c) Comparativo de resultados obtenidos en la evaluación del IP

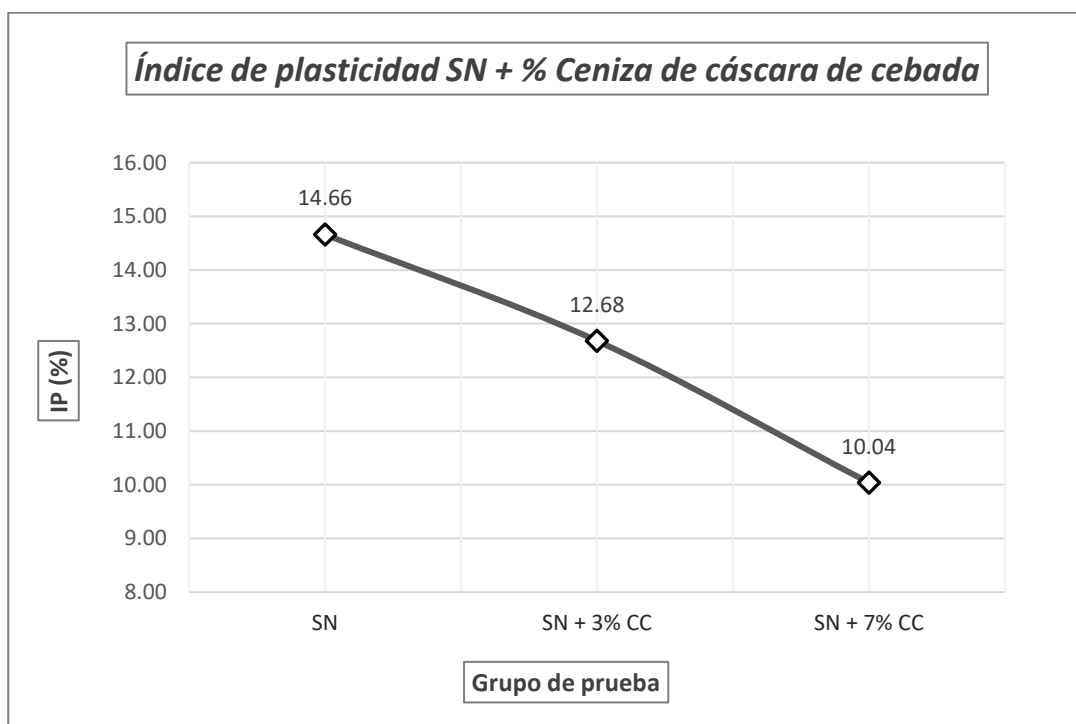
Tabla 27

Resultados obtenidos del IP del SN + % CC

Índice de plasticidad – SN + % CC	
Adición	IP (%)
SN	14.66
SN + 3% CC	12.68
SN + 7% CC	10.04

Figura 18

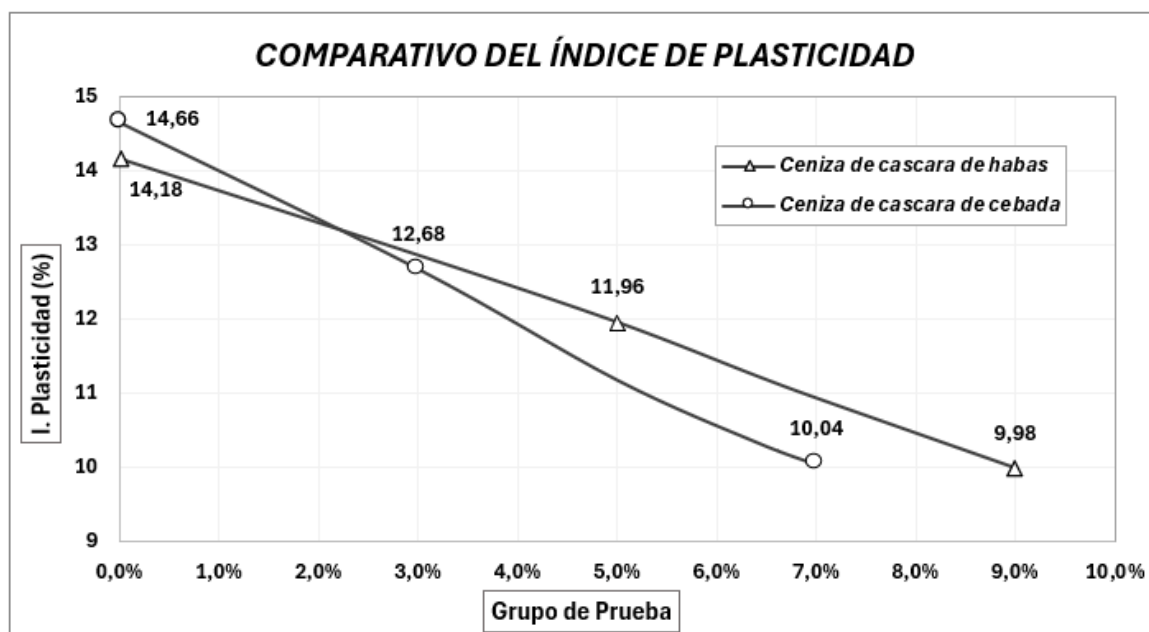
Resultados obtenidos del IP del SN + % CC



El IP del suelo de la subrasante + ceniza de cáscara de cebada. Se observa que la incorporación de la CH genera una notable reducción en el IP. Esto indica que el suelo mantiene características propias de materiales arcillosos con un nivel de plasticidad medio.

Figura 19

Comparativo del IP de ambas adiciones



Se observa una disminución favorable reduciendo la plasticidad del material del suelo. Esta reducción se atribuye a la mejora en la estructura del suelo, ya que ambos aditivos actúan disminuyendo el contenido de arcillas activas y reduciendo la capacidad de retención de agua, lo que genera un material más estable y con menor deformabilidad.

4.1.3. Resultados de la adición de ceniza de vegetales en el grado de compactación.

4.1.3.1. Resultados de la 1ra vía

a) SN + 5% CH

Tabla 28

Grado de compactación del SN + 5% CH

GC – SN + 5% CH		
Adición	MDS (gr/cm ³)	Promedio (gr/cm ³)
SN	1.818	-
M1 + 5% CH	2.013	
M2 + 5% CH	1.924	2.009
M3 + 5% CH	2.089	

Se observa que la incorporación del 5% de CH genera un incremento de la MDS, obteniendo un valor de 2.009 gr/cm³. Este incremento sugiere una mejora en la compactación del suelo.

b) SN + 9% CH

Tabla 29

Grado de compactación del SN + 9% CH

GC – SN + 9% CH		
Adición	MDS (gr/cm ³)	Promedio (gr/cm ³)
SN	1.818	-
M1 + 9% CH	2.213	
M2 + 9% CH	2.083	2.157
M3 + 9% CH	2.174	

Se observa que la incorporación del 9% de CH genera un incremento notable de la MDS, obteniendo un valor de 2.157 gr/cm³. Este incremento sugiere una mejora en la compactación del suelo.

c) Comparativo de resultados obtenidos del grado de compactación

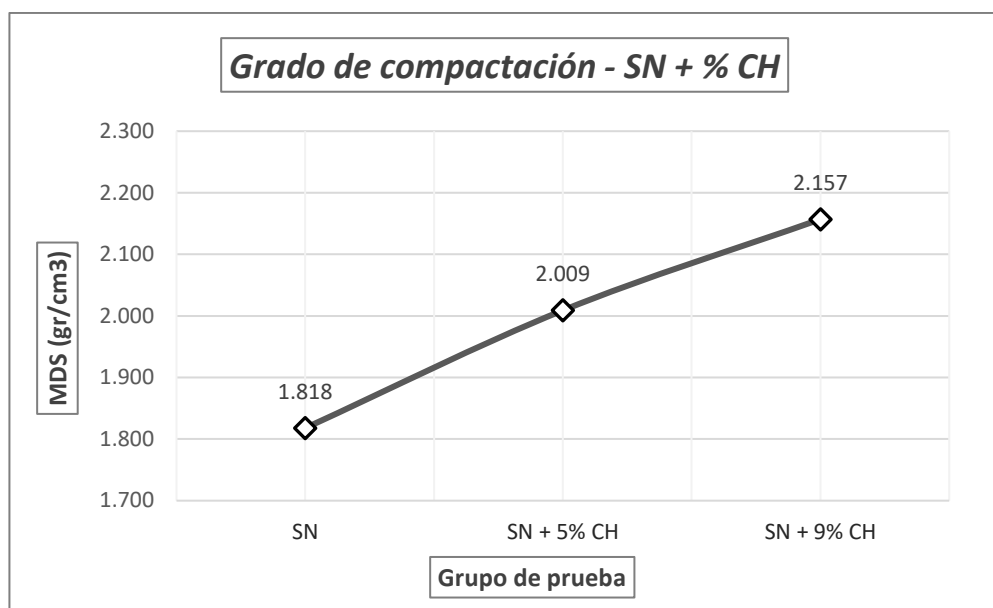
Tabla 30

Resultados obtenidos de la MDS + % CH

Grado de compactación – SN + % CH	
Adición	MDS (gr/cm ³)
SN	1.818
SN + 5% CH	2.009
SN + 9% CH	2.157

Figura 20

Resultados obtenidos de la MDS + % CH



Se observa que la CH genera un incremento notable de la MDS. Este incremento indica una mejora en la compactación del suelo.

4.1.3.2. Resultados de la 2da vía

a) SN + 3% CC

Tabla 31

Grado de compactación del SN + 3% CC

GC – SN + 3% CC		
Adición	MDS (gr/cm3)	Promedio (gr/cm3)
SN	1.788	-
M1 + 3% CC	1.886	
M2 + 3% CC	1.875	1.889
M3 + 3% CC	1.905	

Se observa que la incorporación del 3% de CC genera un incremento de la MDS, obteniendo un valor de 1.889 gr/cm3. Este incremento sugiere una mejora en la compactación del suelo.

b) SN + 7% CC

Tabla 32

Grado de compactación del SN + 7% CC

GC – SN + 7% CC		
Adición	MDS (gr/cm3)	Promedio (gr/cm3)
SN	1.788	-
M1 + 7% CC	2.003	
M2 + 7% CC	1.977	1.990
M3 + 7% CC	1.989	

Se observa que la incorporación del 7% de CC genera un incremento de la MDS, obteniendo un valor de 1.990 gr/cm3. Este incremento sugiere una mejora en la compactación del suelo.

c) Comparativo de resultados obtenidos del grado de compactación

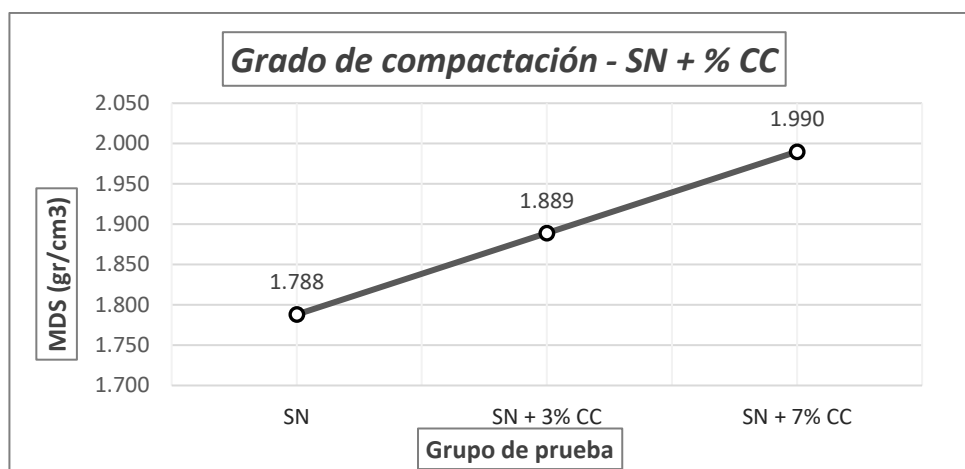
Tabla 33

Resultados obtenidos de la MDS + % CC

Grado de compactación – SN + % CC	
Adición	MDS (gr/cm3)
SN	1.788
SN + 3% CC	1.889
SN + 7% CC	1.990

Figura 21

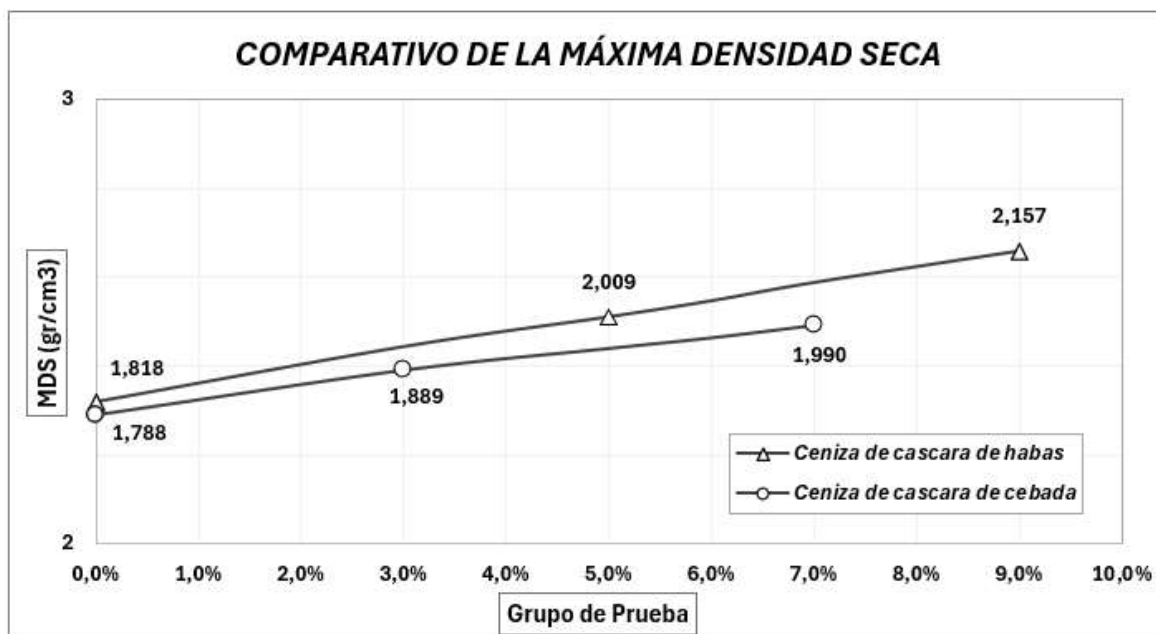
Resultados obtenidos de la MDS + % CC



Se observa que la incorporación de la CC genera un incremento notable de la MDS. Este incremento indica una mejora en la compactación del suelo.

Figura 22

Comparativo de la MDS de ambas adiciones



El comparativo evidencia la variación de la máxima densidad seca (MDS) del suelo al incorporar la ceniza de cáscara de habas y la ceniza de cáscara de cebada, observándose un incremento en la densidad en proporciones de adición de ambos materiales.

4.1.4. Resultados de ceniza de vegetales en la capacidad de soporte

4.1.4.1. Resultados de la 1ra vía

a) SN + 5% CH

Tabla 34

CBR del SN + 5% CH

DESCRIP.	CBR	
	100% MDS	95% MDS
SN	6.90	4.53
M1 + 5% CH	20.40	13.40
M2 + 5% CH	18.00	11.80
M3 + 5% CH	21.10	13.90
Promedio	19.83	13.03

La imagen presenta los valores del CBR al 95% y al 100% en el suelo natural de la subrasante tras la adición de ceniza de cáscara de habas. Se observa que la adición del 5% de CH genera una mejor estabilidad en la capacidad de soporte del suelo, indicativo de una posible mejora en sus propiedades y en su comportamiento ante cargas aplicadas.

b) SN + 9% CH

Tabla 35

CBR del SN + 9% CH

DESCRIP.	CBR	
	100% MDS	95% MDS
SN	6.90	4.53
M1 + 9% CH	24.60	16.10
M2 + 9% CH	22.50	14.80
M3 + 9% CH	23.70	15.60
Promedio	23.60	15.50

La imagen presenta los valores del CBR al 95% y al 100% en el suelo natural de la subrasante + CCH. Se observa que la incorporación del 9% de CH genera una mejor estabilidad en la capacidad de soporte del suelo, indicativo de una posible mejora en sus propiedades y en su comportamiento ante cargas aplicadas.

c) Comparativo de resultados obtenidos en la evaluación del CBR

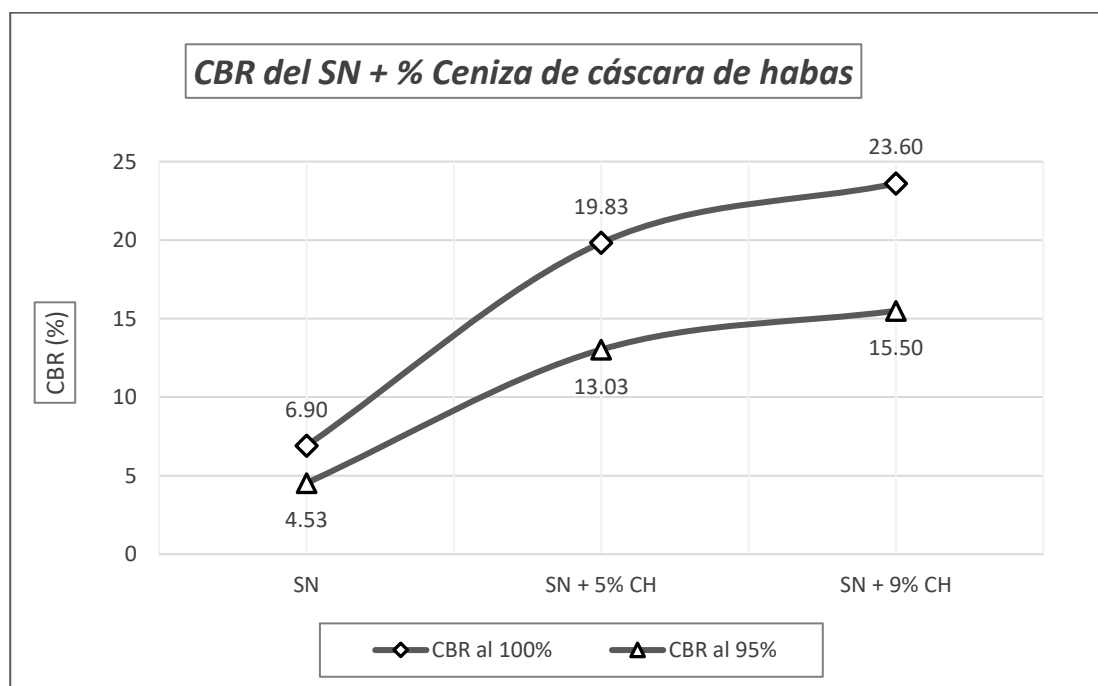
Tabla 36

Resultados obtenidos del CBR + % CH

DESCRIP.	CBR	
	100% MDS	95% MDS
SN	6.90	4.53
SN + 5% CH	19.83	13.03
SN + 9% CH	23.60	15.50

Figura 23

Resultados obtenidos del CBR + % CH



La imagen presenta los valores del CBR al 95% y al 100% en el suelo natural de la subrasante tras la adición de la ceniza de cáscara de habas. Se observa que la incorporación de la CH genera una mejor estabilidad en la capacidad de soporte del suelo, indicativo de una mejora notable en sus propiedades y en su comportamiento ante cargas aplicadas.

4.1.4.2. Resultados de la 2da vía

a) SN + 3% CC

Tabla 37

CBR del SN + 3% CC

DESCRIP.	CBR	
	100% MDS	95% MDS
SN	5.97	3.93
M1 + 3% CC	17.70	11.60
M2 + 3% CC	18.40	12.10
M3 + 3% CC	18.80	12.40
Promedio	18.30	12.03

La imagen presenta los valores del CBR al 95% y al 100% en el suelo natural de la subrasante tras incorporar ceniza de cáscara de cebada. Se observa que la adición del 3% de CC genera una mejor estabilidad en la capacidad de soporte del suelo, indicativo de una posible mejora en sus propiedades y en su comportamiento ante cargas aplicadas.

b) SN + 7% CC

Tabla 38

CBR del SN + 7% CC

DESCRIP.	CBR	
	100% MDS	95% MDS
SN	5.97	3.93
M1 + 7% CC	21.30	14.00
M2 + 7% CC	20.20	13.20
M3 + 7% CC	20.50	13.50
Promedio	20.67	13.57

La imagen presenta los valores del CBR al 95% y al 100% en el suelo natural de la subrasante + CCC. Se observa que la incorporación del 7% de CC genera una mejor estabilidad en la capacidad de soporte del suelo, indicativo de una posible mejora en sus propiedades y en su comportamiento ante cargas aplicadas.

d) Comparativo de resultados obtenidos en la evaluación del CBR

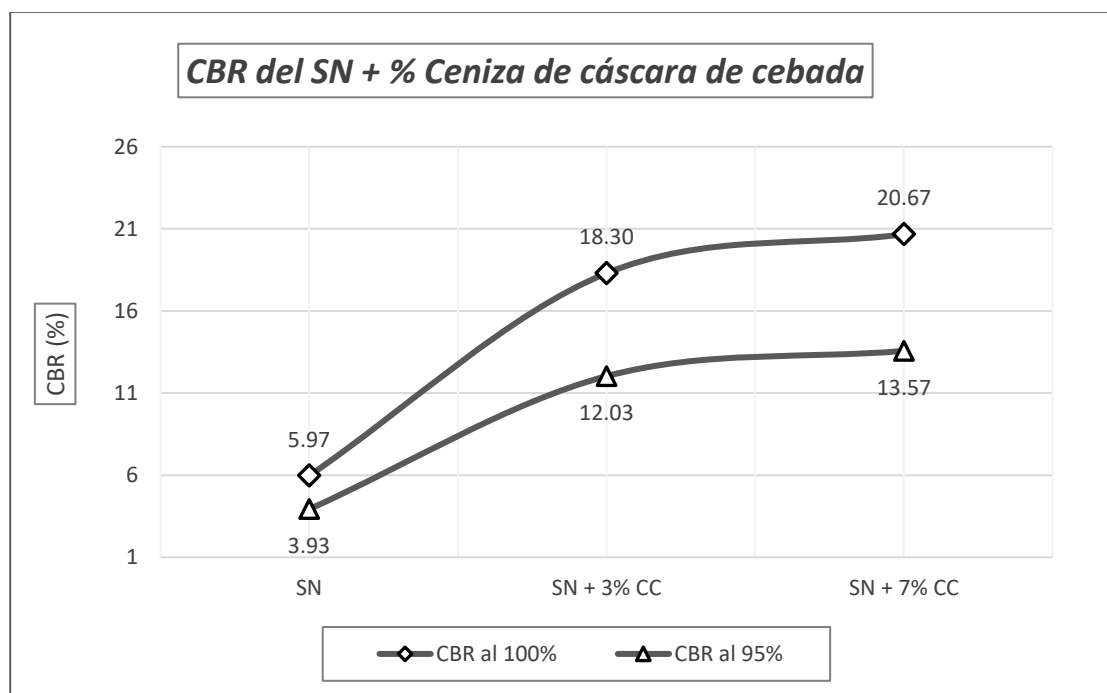
Tabla 39

Resultados obtenidos del CBR + % CC

DESCRIP.	CBR	
	100% MDS	95% MDS
SN	5.97	3.93
SN + 3% CC	18.30	12.03
SN + 7% CC	20.67	13.57

Figura 24

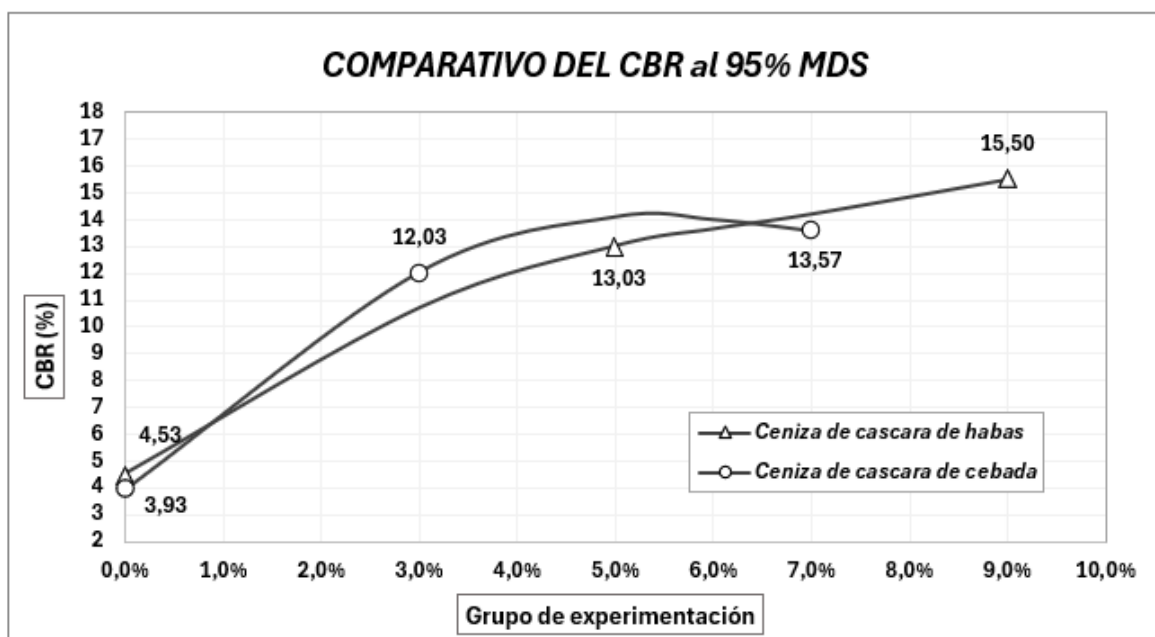
Resultados obtenidos del CBR + % CC



La imagen presenta los valores del CBR al 95% y al 100% en el suelo natural de subrasante tras empleo de la CCC. Se observa que la incorporación de la CC genera una mejor estabilidad en la capacidad de soporte del suelo, indicativo de una mejora notable en sus propiedades y en su comportamiento ante cargas aplicadas.

Figura 25

Comparativo del CBR de ambas adiciones



Se denota un incremento significativo del CBR al 95% MDS del suelo subrasante cuando se incorporan ambos materiales, la CCH y CCC. Este comportamiento se atribuye a la mejora en la compactación del suelo, producto de una mejor distribución de las partículas y una reducción en la plasticidad, lo que permite una mayor densificación del material. Como resultado, el suelo tratado adquiere una mayor capacidad de soporte, reflejando un comportamiento más estable y resistente frente a las cargas aplicadas.

4.2. Discusión de resultados

Se observaron reducciones significativas al aplicar proporciones del 5% y 9%, obteniéndose valores de IP de 11.96% y 9.98%, respectivamente, lo cual permitió clasificar el suelo dentro de una plasticidad media a alta, dependiendo de la dosificación empleada. Esta tendencia descendente sugiere que la ceniza vegetal contribuye a modificar la estructura del suelo, posiblemente debido a su estructura química rica en minerales. Al comparar estos resultados con los de la investigación de (Valera, 2023), quien utilizó ceniza de cebada en proporciones del 2.0%, 3.0% y 4.0%, se encontró que también se

logró una disminución del IP con respecto al suelo sin aditivo (12.44%). Específicamente, se obtuvo una reducción de 11.80% con el 2.0%, 11.18% con el 3.0% y 9.24% con el 4.0%. Sin embargo, es importante señalar que en dicha investigación se emplearon combinaciones de estabilizantes, lo cual pudo haber potenciado el efecto reductor sobre el IP. En contraste, el presente trabajo se centró exclusivamente en la ceniza de vegetales como único estabilizante, lo que refuerza su efectividad individual para mejorar las propiedades plásticas del suelo.

La muestra original, correspondiente al suelo patrón, presentó un contenido de humedad del 12.06%. Posteriormente, al aplicar incrementos del 3% y 7% de ceniza de cáscara de cebada, se identificaron reducciones que alcanzaron 10.70% y 9.53%, respectivamente. Esta tendencia descendente refleja una mejora en las propiedades físicas del suelo, favoreciendo una menor retención de agua, lo cual es beneficioso para ciertas aplicaciones geotécnicas, como la estabilización de subrasantes o bases en infraestructura vial. Estos hallazgos se relacionan con los obtenidos por (Sebastian, 2023), quien empleó ceniza de rastrojo de cebada con fines similares. En su estudio, aplicó proporciones de 5%, 7% y 9% sobre una subrasante, y reportó que la dosificación del 9% logró una disminución del 30.05% la humedad en comparación con su muestra de control. A pesar de utilizar diferentes materiales de origen vegetal, ambos estudios reflejan una disminución significativa en la humedad del suelo, evidenciando que la adición de cenizas orgánicas tiene un efecto positivo en la modificación de esta propiedad. Cabe destacar que, a diferencia del estudio citado, la presente investigación se enfocó en un solo tipo de aditivo, lo que refuerza su potencial de aplicación como alternativa sostenible y económicamente viable en proyectos de ingeniería.

A lo largo de esta investigación se pudo comprobar que la incorporación de ceniza de vegetales de (cáscara de habas y cáscara de cebada) como estabilizante del suelo influye significativamente en el incremento de la capacidad de soporte, evaluada mediante el ensayo CBR (California Bearing Ratio). En su estado natural, el suelo patrón presentó

valores bajos de CBR, alcanzando apenas 6.90% al 95% de compactación y 4.53% al 100%. No obstante, al incorporar un 5% de ceniza vegetal, se evidenció un aumento considerable, con resultados de 13.03% al 95% y 19.83% al 100%. Finalmente, con una proporción del 9%, se obtuvo un CBR del 15.50% al 95% y del 23.60% al 100%. Estos resultados reflejan una mejora progresiva en la resistencia del suelo tratado, lo cual sugiere que la ceniza vegetal actúa favorablemente sobre la estructura granular del suelo, facilitando su compactación y resistencia al esfuerzo.

Estos hallazgos son comparables con los obtenidos por (Quispe, 2021), quien estudió la influencia de la ceniza de cebada sobre una subrasante, empleando proporciones del 4%, 8% y 12%. En dicho estudio, se evidenció que al adicionar un 12% de este material, el CBR se elevó de un 4.93% a un 12.67%, marcando una mejora sustancial en la capacidad portante del suelo intervenido. Si bien los materiales utilizados no son idénticos, ambos comparten características similares, al ser residuos orgánicos con compuestos minerales que influyen en la cohesión y fricción interna del suelo. Por tanto, la correspondencia en los resultados puede atribuirse a las proporciones aplicadas y a la composición análoga de los estabilizantes. Esta investigación reafirma que el uso de cenizas vegetales (ceniza de cáscara de habas y la ceniza de cáscara de cebada), incluso en bajas concentraciones, puede representar una alternativa efectiva y sostenible para mejorar el comportamiento mecánico de los suelos en proyectos de infraestructura vial y geotécnica.

CONCLUSIONES

General, el estudio demuestra que la estabilización de la subrasante de las vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro mediante la adición de cenizas vegetales resulta técnica y funcionalmente viable, ya que permitió reducir la plasticidad del suelo, mejorar su grado de compactación y aumentar de forma significativa la capacidad de soporte, evidenciada por el incremento del CBR al 95%. Estos resultados confirman que el uso de ceniza de cáscara de habas y de cebada constituye una alternativa eficaz para mejorar las condiciones estructurales de la subrasante y optimizar el comportamiento de las vías evaluadas.

Primero, las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante de las vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro evidencian, en ambos casos, una plasticidad baja y un grado de compactación inestable. En la primera vía, el CBR del suelo de subrasante compactado al 95% de la MDS alcanzó un valor de 4.53%, mientras que en la segunda vía se obtuvo un CBR de 3.93% bajo la misma condición. Estos resultados confirman que ambas vías presentan una subrasante con baja capacidad de soporte.

Segundo, el índice de plasticidad disminuyó con la adición de cenizas vegetales en ambas vías. En la primera vía, la adición de 9% de ceniza de cáscara de habas permitió alcanzar el menor valor de IP, equivalente a 9.98%. Por su parte, en la segunda vía, la adición de 7% de ceniza de cáscara de cebada redujo el IP hasta 10.04%. Estos resultados son favorables ya que reducen la plasticidad del suelo.

Tercero, la adición de cenizas vegetales tuvo un efecto positivo sobre el grado de compactación de los suelos de subrasante. En la primera vía, la adición de ceniza de cáscara de habas permitió alcanzar una densidad máxima seca de 2.157 g/cm³, mientras que en la segunda vía, con la incorporación de ceniza de cáscara de cebada, se obtuvo



una densidad máxima seca de 1.990 g/cm³. Estos resultados evidencian un incremento significativo de la densidad máxima seca del suelo en ambas vías.

Cuarto, la aplicación de cenizas vegetales tuvo un efecto positivo en la capacidad de soporte de los suelos de subrasante. En la primera vía, la incorporación de ceniza de cáscara de habas permitió alcanzar un CBR al 95% de 15.50%, mientras que en la segunda vía, con la adición de ceniza de cáscara de cebada, se logra un CBR al 95% de 13.57%. Estos resultados evidencian un incremento significativo del CBR del suelo en ambas vías.

RECOMENDACIONES

Primero, a futuras investigaciones se recomienda, profundizar el uso de cenizas vegetales como material estabilizante de suelos, evaluando no solo su efecto en propiedades básicas como la plasticidad, compactación y capacidad de soporte, sino también su desempeño a largo plazo frente a condiciones climáticas variables, ciclos de humedad-sequedad y cargas repetitivas.

Segundo, a los futuros tesisistas, se recomienda evalúen otros métodos de estabilización física, química o combinada que permitan mejorar el CBR inicial del suelo, así como comparar su eficiencia técnica y económica frente a las cenizas vegetales.

Tercero, se recomienda que estudios posteriores analicen el comportamiento del suelo ante mayores rangos de dosificación y realicen ensayos complementarios que permitan evaluar la influencia de estas adiciones en la expansividad y durabilidad del suelo.

Cuarto, para futuras investigaciones se recomienda, profundicen la relación entre la energía de compactación y la dosificación óptima de cenizas vegetales, así como en su efecto sobre el desempeño mecánico del suelo bajo diferentes condiciones de humedad.

Quinto, se recomienda que futuras investigaciones evalúen el comportamiento estructural de la subrasante estabilizada en tramos piloto, incorporando análisis de desempeño a largo plazo y su incidencia directa en el diseño del espesor de afirmado y la vida útil de la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, A. (2023). *Composición química de cenizas de especies vegetales de Tenerife*.

Universidad de la Laguna. Obtenido de

<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/34007/Composicion%20quimica%20de%20cenizas%20de%20especies%20vegetales%20de%20Tenerife.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Aldana, R. (2021). *Estabilización de suelos y capas granulares*. Obtenido de

<https://www.aulacarreteras.com/estabilizaciones-de-suelos/>

Borselli, L. (2024). *Geotecnia*. Universidad Autónoma de San Luis Potosi. Obtenido de

https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia_1_parte_II.pdf

Camelo, A., & González, H. (2021). *Propiedades resilientes de subrasantes granulares*

estabilizadas con ceniza volante para diseño de pavimentos flexibles. Colombia:

Universidad Católica de Colombia. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/cdc6582f-9345-4581-b324-ee1d2fada0c5/content>

Carrasco et al. (2020). *Propiedades físicas de los suelos*. Obtenido de

<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/8a9c7856-f320-4aec-a1df-42b31f3f454c/content>

Chalco, Y., & Tecsí, W. (2022). *Mejoramiento del material de afirmado usando cenizas de*

tallos de habas y arvejas en Paucartambo – Paucartambo - Cusco. Cusco:

Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de

file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Chalco_AYF_Tecsi_NW-SD.pdf

Chomba, W., & Vásquez, W. (2022). *Determinar las propiedades físicas y mecánicas en*

subrasantes del pavimento flexible, utilizando vinaza y polímero en Guadalupe La

Libertad. Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de

file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Chomba_LWE-SD.pdf



Cornelio, K., & Peralta, E. (2023). *Propiedades en subrasante con cenizas de cáscaras de habas y hojas de higo en Av. El Sol de Naranjal, Lima-2022*. Callao:

Universidad César Vallejo. Obtenido de

file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Cornelio_%20CHKV-Peralta_PE-SD.pdf

Creswell, J. (2014). *Research design*. Obtenido de

<https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion->

[II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf](https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf)

Fajardo, N., Gutiérrez, A., & Perez, W. (2022). *Evaluación de las propiedades mecánicas del material de subrasante y afirmado de la zona carrera 10 con calle 19, "B/ San Jorge comuna 3", de Ibagué - Tolima con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/16d06489-0341-45a4-967e-c23c04ba9619/content>

García, A. (2018). *Subrasante para pavimentos*. Obtenido de

file:///C:/Users/INTEL/Downloads/pdf-subrasante-para-pavimentos-estudios-materiales-mejoramiento_compress%20(1).pdf

Hernández et al. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill. Obtenido de

<http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPLER.pdf>

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. México. Obtenido de [https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/wp-](https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/wp-content/uploads/2019/02/RUDICSv9n18p92_95.pdf)

[content/uploads/2019/02/RUDICSv9n18p92_95.pdf](https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/wp-content/uploads/2019/02/RUDICSv9n18p92_95.pdf)

Hernández, T. (2016). *Estudio de la composición química de cebada cultivada en Zapotlán, Villa de Terzontepec y Tultengo, Hidalgo*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de



<http://docencia.uaeh.edu.mx/estudios-pertinencia/docs/hidalgo-municipios/Villa-De-Tezontepec-Estudio-Composicion-Quimica-Cebada-En-Zapotlan.pdf>

Jácome, G., & Ortiz, E. (2022). *Estabilización de un suelo de subrasante de carretera con el sistema consolid.* Ecuador: Universidad Técnica de Manabí. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/88-Texto%20del%20art%C3%ADculo-335-1-10-20220816.pdf

Lemus, A., & Zelaya, A. (2023). *Alternativas de estabilización de suelos para caminos de terracería de material granular.* Universidad Tecnológica Centroamericana. Obtenido de <https://repositorio.unitec.edu/server/api/core/bitstreams/53e79912-7be5-4ebf-b7c6-e1f85c7ee41d/content>

Massenlli, G., & De Paiva, C. (2018). *Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia.* Chile. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v27n4/0718-3305-ingeniare-27-04-613.pdf>

Palma, D., & Sánchez, R. (2023). *Ciencia del suelo; Evaluación de calidad del suelo en sitios bajo aprovechamiento forestal en San Juan Evangelista Analco.* México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de https://www.smcsmx.org/files/2023/LIBRO_3_2023.pdf

Quispe, R. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos con adición de cal y cenizas de cebada, centro poblado de Palián distrito de Huancayo 2021.* Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/10352/T010_62384623_T.pdf;jsessionid=02BDA31296C9E1CD744BDFAFA63DE6B4F?sequence=1

Ramal et al. (2020). *Materiales alternativos para estabilizar suelos: El uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura.* Piura - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Montejo,+Raymundo+y+Ch%C3%A1vez.pdf



- Sebastian, B. (2023). *Estabilidad de la subrasante en suelos arcillosos adicionando ceniza de rastrojo de cebada, Carretera La Unión - Rondos, Huanuco-2023*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Sebastian_MBR-SD.pdf
- Sevilla, J. (2019). *Métodos de clasificación de suelos*. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/395380923/Clasificacion-de-suelos-docx>
- Ulate, A. (2017). *Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Obtenido de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/908/ESTABILIZACION%20DE%20SUELOS%20Y%20MATERIALES%20GRANULARES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valera, P. (2023). *Diseño de pavimento y mejoramiento de subrasante con adición de cenizas de cebada y maíz en carretera Pocsi-Polobaya, Arequipa- 2023*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Valera_BPG-SD.pdf
- Vargas et al. (2020). *Estabilización de afirmado con ceniza proveniente de desechos de cascarilla de café para aplicar en suelos de construcción de vías*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e811ce6e-5fcb-41f6-9f8b-84231d7821dc/content>
- Velazquez, V. (2020). *Características de la subrasante*. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/pdf-caracteristicas-de-la-subrasante_compress.pdf
- Villena, J. (2023). *Perfil nutricional de la vaina del haba (vacía faba) y propiedades tecnofuncionales de su harian*. España: Universidad Politécnica de Valencia.



Obtenido de <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/98b4575c-b63c-4dfd-86ce-ba0742c2e0ad/content>

Zapata, F., & Vásquez, H. (2023). *Estabilización de la subrasante arenosa con ceniza de cebada y yeso en una localidad costera peruana*. Lima - Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/56066-Texto%20del%20art%C3%ADculo-261047-1-10-20240108%20(1).pdf

Zapata, F., & Vásquez, H. (2023). *Estabilización de la subrasante arenosa con ceniza de cebada y yeso en una localidad costera peruana*. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Dialnet-EstabilizacionDeLaSubrasanteArenosaConCenizaDeCeba-9353641.pdf



ANEXOS



Anexo A. Matriz de consistencia

Título de la tesis: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de ceniza de vegetales en la estabilización de suelos en la subrasante?	Objetivo General: Estudiar las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de ceniza de vegetales en la estabilización de suelos en la subrasante.	Hipótesis General: Las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de ceniza de vegetales en la estabilización de suelos en la subrasante, será favorable.	Variable Independiente CENIZA DE VEGETALES Dimensiones: <i>Adición de ceniza de CH en 5% y 9%</i> <i>Adición de ceniza de CC en 3% y 7%</i>	Fichas de control de laboratorio
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.	Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro, serán subrasantes inestables.		
¿Cuál es el efecto de la incorporación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el índice de plasticidad de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro?	Determinar el efecto de la incorporación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el índice de plasticidad de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.	El efecto de la incorporación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el índice de plasticidad de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro, será favorable reduciendo la plasticidad del material de suelo.		
¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el grado de compactación de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el grado de compactación de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.	La influencia de la adición de ceniza de vegetales en porcentajes variables en el grado de compactación de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro, incrementará el grado de compactación del material de suelo.	Variable Dependiente PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO Dimensiones: <i>Índice de plasticidad</i> <i>Grado de compactación</i> <i>Capacidad de soporte</i>	Equipos y herramientas de laboratorio.
¿Cuál es el efecto de la aplicación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en la capacidad de soporte de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro?	Determinar el efecto de la aplicación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en la capacidad de soporte de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro.	El efecto de la aplicación de ceniza de vegetales en porcentajes variables en la capacidad de soporte de los suelos de subrasante en vías no pavimentadas de la provincia de Azángaro, mejorará el CBR del suelo.		

Anexo B. Panel Fotográfico



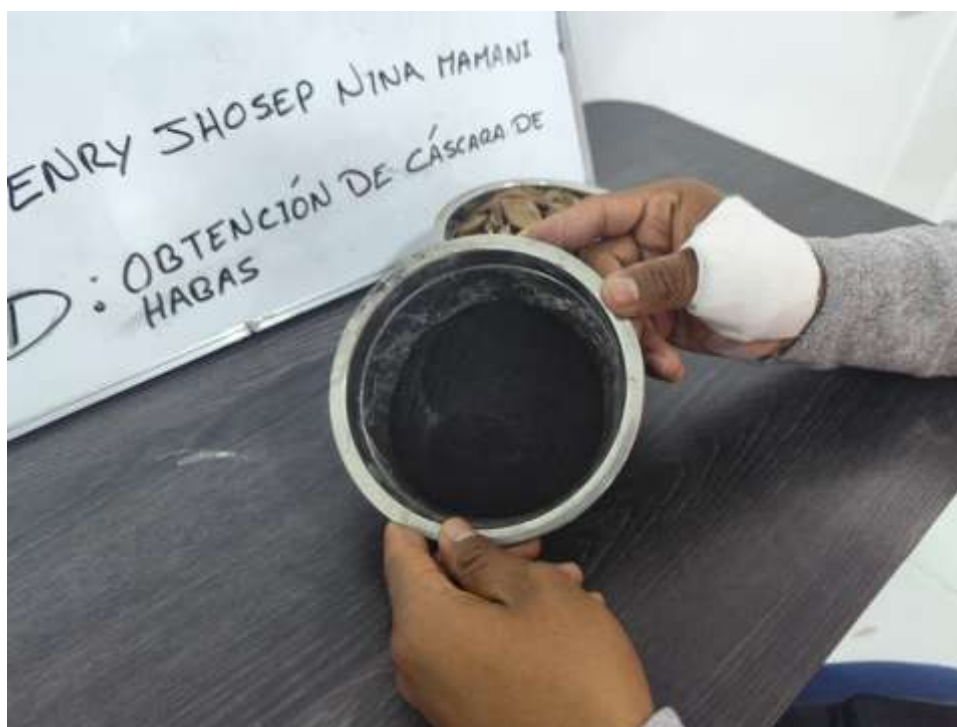
Fotografía 1. *Presentación de la recolección de la cáscara de habas.*



Fotografía 2. *Presentación de las vainas de cáscaras de habas.*



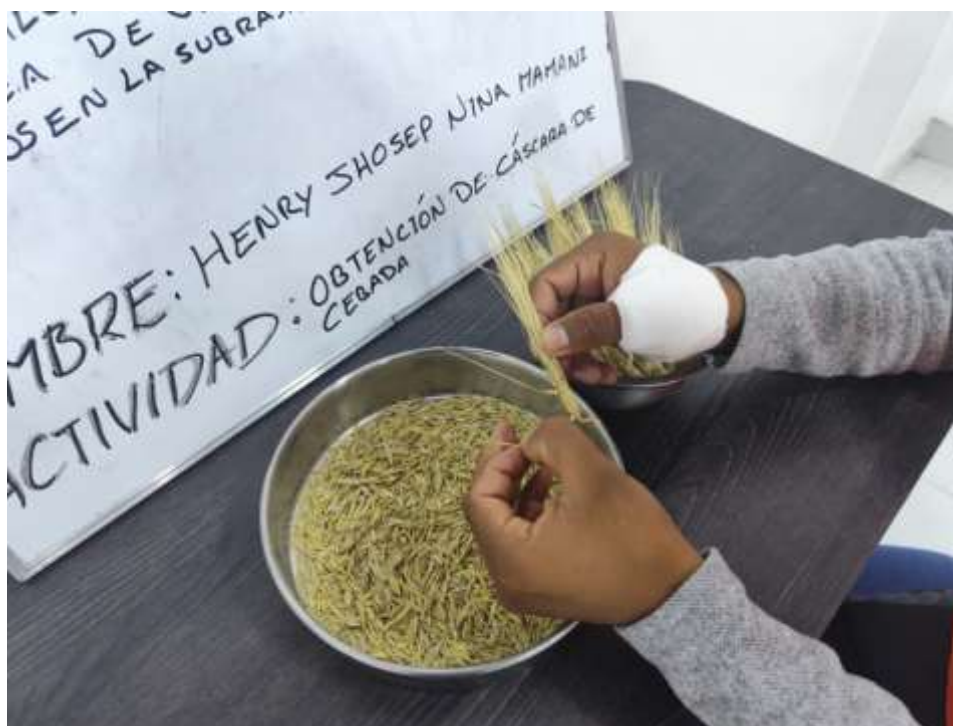
Fotografía 3. *Obtención de las cáscaras de habas.*



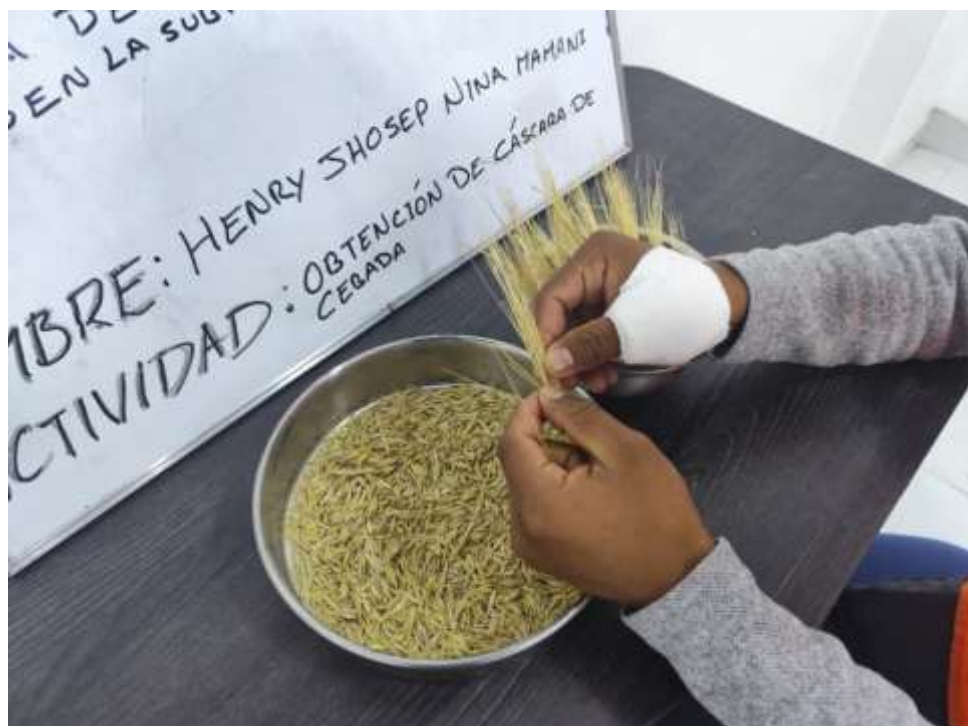
Fotografía 4. *Obtención de la ceniza de cáscara de habas.*



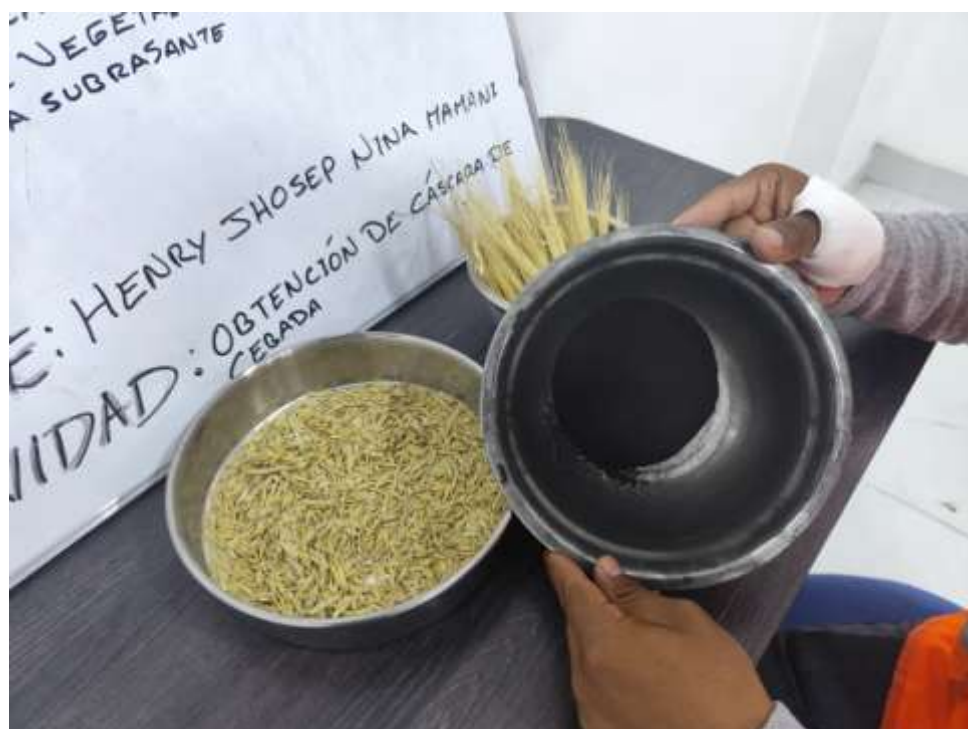
Fotografía 5. *Presentación de la recolección de las espigas de cebada.*



Fotografía 6. *Desgranado manual de los granos de cebada.*



Fotografía 7. *Obtención de las cáscaras de cebada.*



Fotografía 8. *Obtención de la ceniza de cáscara de cebada.*



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

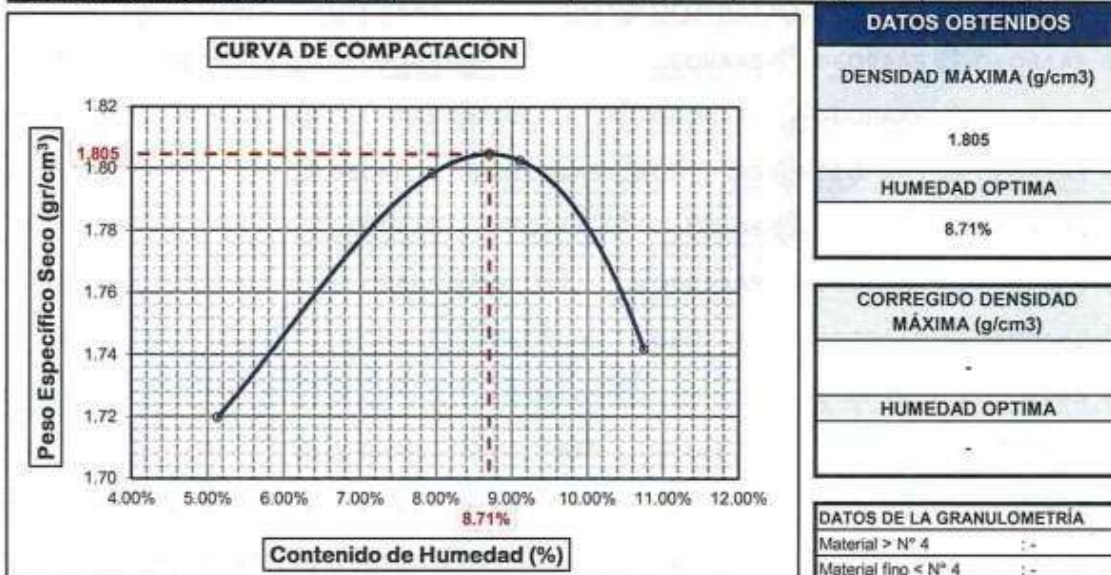
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
MUESTRA	: CALICATA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No de CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10381	10665	10719	10639
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3851	4135	4189	4109
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.808	1.941	1.967	1.929

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.17	247.59	363.11	321.21
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.48	234.88	338.48	296.06
Peso del Agua	gr.	6.69	12.71	24.63	25.15
Peso de la Capsula	gr.	78.00	75.00	68.00	62.00
Peso del Suelo Seco	gr.	130.48	159.88	270.48	234.06
% de Humedad	%	5.13%	7.95%	9.11%	10.75%
Promedio de Humedad	%	5.13%	7.95%	9.11%	10.75%
Densidad del Suelo Seco	%	1.720	1.798	1.803	1.742



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Donato Carlos Inacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 309696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_OR_EM_304	
				Versión	V.01	
				Aprobado	GG_OR	
				Página	2 de 2	
SOLICITANTE				Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI		
PROYECTO				TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE		
UBICACIÓN				AZANGARO		
MUESTRA				CALICATA 1		
PROGRESIVA				KM 0+080 - 2+500		
				FECHA MUESTREO		18/03/2025
				MUESTREADO POR		M. J. N. M.
				ENSAYADO POR		J. C. I. G.
				TIPO DE MATERIAL		
				SUELO NATURAL		
				FECHA EXPEDICIÓN		18/03/2025

COMPACTACION						
		DENSIDAD MÁXIMA		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		
		1.505		11.71%		
Molde N°	17	25		40		
Capas N°	5	5		5		
Golpes por capa N°	55	25		12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12471	12536	12281	12219	12226	12554
Peso de molde (g)	7690	8258	7673	8030	7741	8316
Peso del suelo húmedo (g)	4781	4278	4608	4189	4485	4238
Volumen del molde (cm³)	2152	2251	2152	2264	2136	2123
Densidad húmeda (g/cm³)	2.222	1.900	2.141	1.860	2.100	2.843
Tara (N°)	11	15	21	8	7	15
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.75	361.34	335.29	344.09	294.18	523.08
Peso suelo seco + tara (g)	183.85	328.57	322.74	318.36	279.33	489.63
Peso de tara (g)	37.56	37.55	38.95	39.05	72.25	72.26
Peso de agua (g)	10.90	32.77	12.55	25.73	14.85	33.45
Peso de suelo seco (g)	146.3	291.0	183.7	275.3	207.1	417.4
Contenido de humedad (%)	7.45	11.20	6.83	9.21	7.17	8.01
Densidad seca (g/cm³)	2.068	1.708	2.004	1.694	1.959	1.892

EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		mm	%		
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00		
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00	
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00	
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00	
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00	

PENETRACIÓN														
		CARGA	MOLDE N° 58				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
PENETRACIÓN		STAND.	CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			36.5				17.8				10.7		
1.270	0.050			62.4				29.2				17.8		
1.905	0.075			80.2				53.5				35.6		
2.540	0.100	70.5		97.2	100.3	7.7		68.0	71.8	5.1		44.7	46.7	3.3
3.810	0.150			111.8				107.0				87.1		
5.080	0.200	106.7		218.7	215.7	10.1		138.5	133.8	6.3		84.8	85.2	4.0
6.350	0.250			263.1				156.3				103.8		
7.620	0.300			296.1				175.0				104.0		
10.160	0.400			372.8				204.1				118.1		

OBSERVACIONES: 1 =

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Inocencio Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



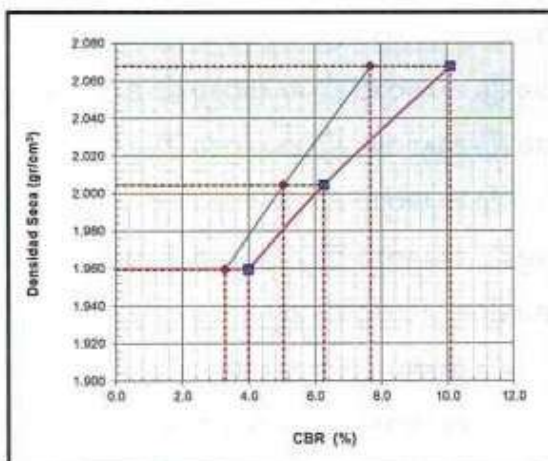
GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código: FRM_GR_EM_ Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 3 de 3
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 18/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
UBICACIÓN	: AZANGARO	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
MUESTRA	: CALICATA 1	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025

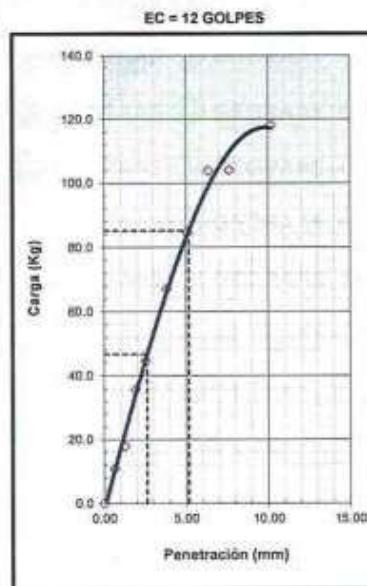
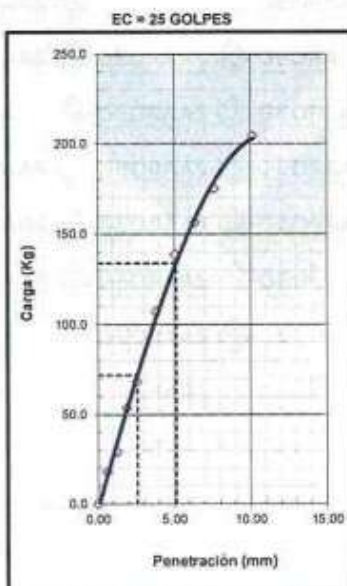
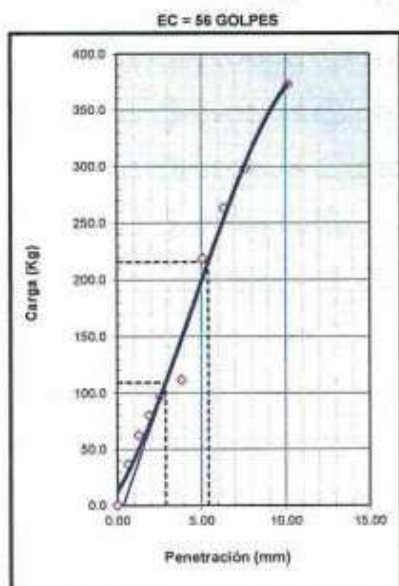
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.805
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.71%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.714
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	7.7	0.2"	10.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.1	0.2"	6.3

RESULTADOS CBR a 0.1": = 7.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.: = 5.1 (%)



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR: Licetón Cobos Ibarra Técnico de Laboratorio	REVISADO POR: Marco Antonio González Ramos Ingeniero Civil CIP 308698 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

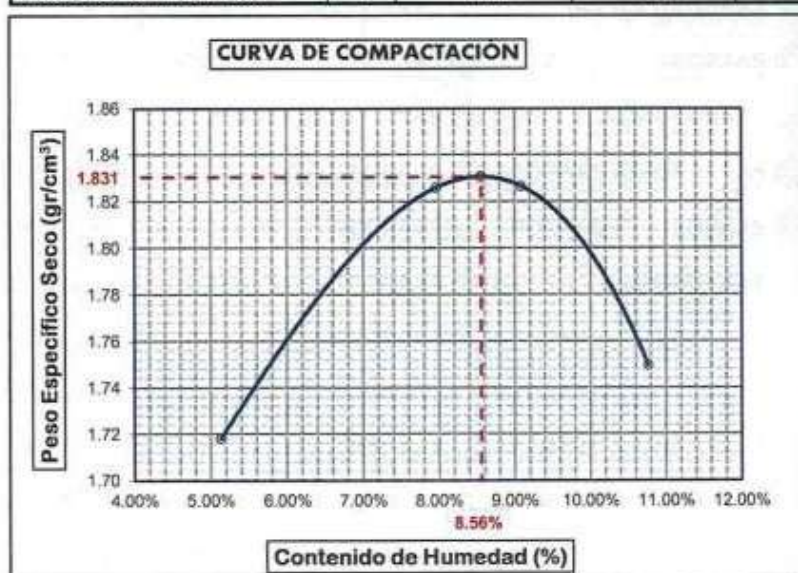
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10377	10720	10774	10658
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3847	4190	4244	4128
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.806	1.971	1.892	1.938

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.17	247.61	363.12	321.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.48	234.88	338.54	296.06
Peso del Agua	gr.	6.69	12.73	24.58	25.19
Peso de la Capsula	gr.	78.00	75.00	68.00	62.00
Peso del Suelo Seco	gr.	130.48	159.88	270.54	234.06
% de Humedad	%	5.13%	7.96%	9.09%	10.76%
Promedio de Humedad	%	5.13%	7.96%	9.09%	10.76%
Densidad del Suelo Seco	%	1.718	1.826	1.827	1.750



DATOS OBTENIDOS
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
1.831
HUMEDAD OPTIMA
8.56%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
-
HUMEDAD OPTIMA
-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	:-
Material fino < N° 4	:-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_304
				Versión	V.01
				Aprobado	GG_GR
				Página	2 de 3
SOLICITANTE : Sr. HENRY JHONSEP NIÑA MAMANI				FECHA MUESTREO : 18/03/2025	
PROYECTO : TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE				MUESTREADO POR : H. J. N. M.	
				ENSAYADO POR : J. C. I. C.	
				TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN : AZANGARO				SUELO NATURAL	
MUESTRA : CALICATA 2				FECHA EXPEDICIÓN : 25/03/2025	
PROGRESIVA : KM 2+650 - 4+800					

COMPACTACIÓN						
DENSIDAD MÁXIMA		1.431		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		1.56%
Molde N°	17	25		40		
Capas N°	5	5		5		
Golpes por capa N°	56	25		12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12479	12541	12285	12217	12228	12652
Peso de molde (g)	7686	8267	7671	8025	7741	8314
Peso del suelo húmedo (g)	4793	4284	4614	4192	4487	4338
Volumen del molde (cm³)	2148	2281	2153	2281	2128	2123
Densidad húmeda (g/cm³)	2.231	1.903	2.143	1.854	2.099	2.043
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.69	361.38	235.38	344.05	294.25	523.01
Peso suelo seco + tara (g)	183.85	328.09	322.73	316.38	279.32	489.64
Peso de tara (g)	37.57	37.51	39.02	39.64	72.26	72.28
Peso de agua (g)	10.84	32.76	12.65	25.67	14.93	33.37
Peso de suelo seco (g)	146.3	291.1	185.7	279.3	207.1	417.4
Contenido de humedad (%)	7.41	11.25	6.89	9.19	7.21	8.00
Densidad seca (g/cm³)	2.077	1.711	2.005	1.698	1.958	1.892

EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%			mm	%			mm	%
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00	
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00	
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00	
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00	

PENETRACIÓN														
		CARGA	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
PENETRACIÓN		STAND.	CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			26.4				13.9				6.3		
1.270	0.050			48.5				22.7				12.9		
1.905	0.075			62.4				41.6				27.7		
2.540	0.100	70.5		75.6	85.0	6.0		82.9	55.9	3.9		34.6	36.3	2.6
3.810	0.150			96.9				83.2				52.2		
5.080	0.200	103.7		170.1	187.8	7.9		107.7	104.1	4.9		65.8	68.3	3.1
6.350	0.250			204.8				121.6				80.8		
7.620	0.300			231.8				136.1				80.0		
10.180	0.400			289.8				156.8				91.9		

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gómez Ríos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
	Especialista	Unidad de Control



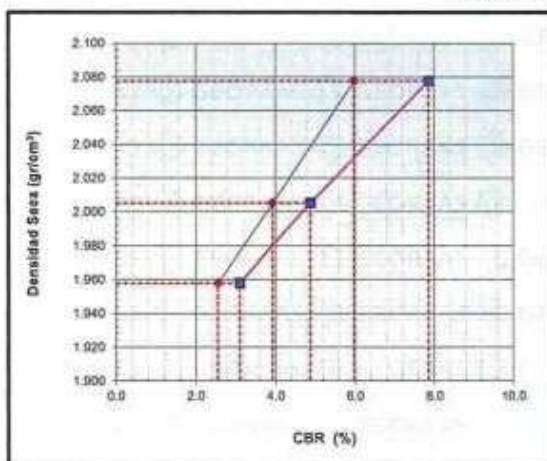
GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM_
			Versión	V.01
			Aprobado	GG_GR
			Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI		FECHA MUESTREO	18/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE		MUESTREADO POR	H. J. N. M.
			ENSAYADO POR	J. C. I. C.
			TIPO DE MATERIAL	
			SUELO NATURAL	
UBICACIÓN	AZÁNGARO			
MUESTRA	CALICATA 2			
PROGRESIVA	KM 2+550 - 4+800		FECHA EXPEDICIÓN	28/03/2025

CAPACIDAD DE SOPORTE

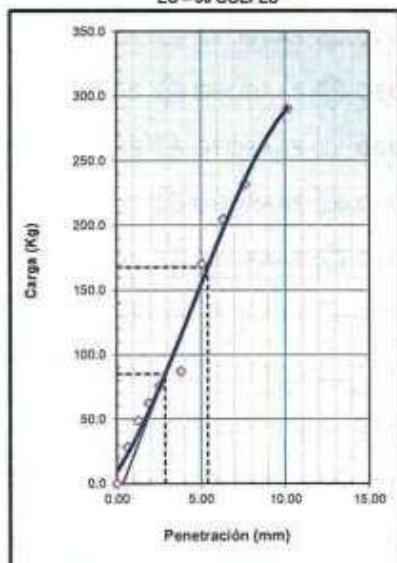


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.831
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.56%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.739
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

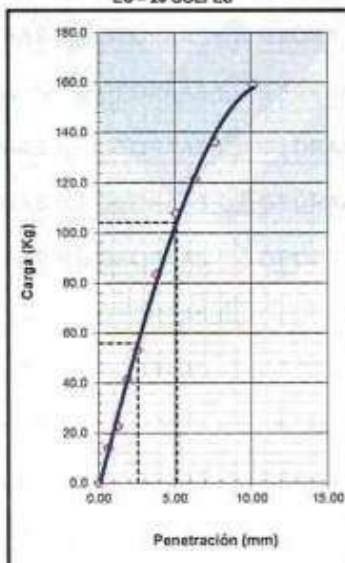
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	6.0	0.2"	7.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	3.9	0.2"	4.9

RESULTADOS CBR a 0.1": = 6.0 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 3.9 (%)

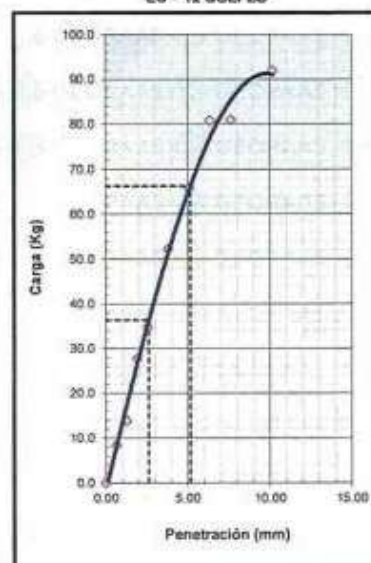
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Carlos Inocencio Coaguila Técnico de Laboratorio	Mario Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

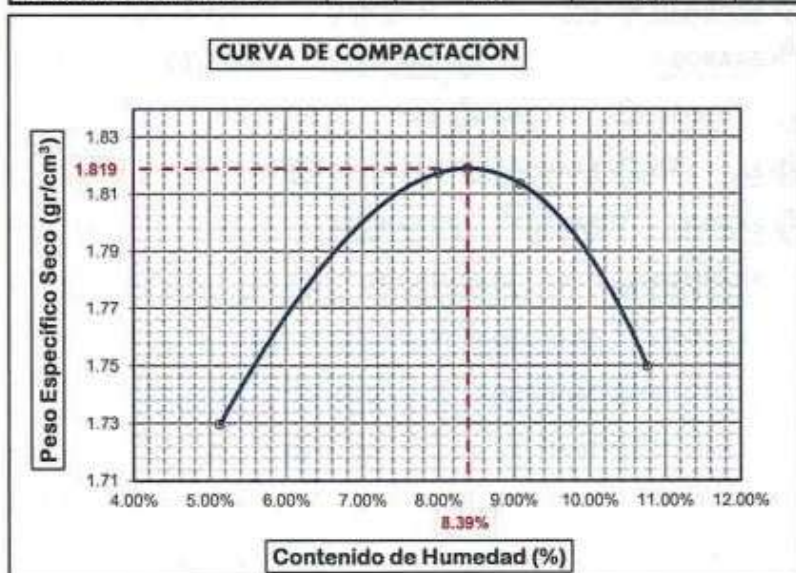
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10403	10711	10744	10658
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3873	4181	4214	4128
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.818	1.963	1.978	1.938

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.17	247.68	363.12	321.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.48	234.88	336.54	296.06
Peso del Agua	gr.	6.69	12.80	26.58	25.19
Peso de la Capsula	gr.	78.00	75.00	68.00	62.00
Peso del Suelo Seco	gr.	130.48	159.88	270.54	234.06
% de Humedad	%	5.13%	8.01%	9.09%	10.76%
Promedio de Humedad	%	5.13%	8.01%	9.09%	10.76%
Densidad del Suelo Seco	%	1.730	1.817	1.814	1.750



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_304
				Versión	V.01
				Aprobado	GG_GR
				Página	2 de 3
SOLICITANTE : Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI				FECHA MUESTREO : 18/03/2025	
PROYECTO : TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE				MUESTREADO POR : H. J. N. M.	
				ENSAYADO POR : J. C. C.	
				TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN : AZANGARO				SUELO NATURAL	
MUESTRA : CALICATA 3					
PROGRESIVA : KM 4+850 - 7+200				FECHA EXPEDICIÓN : 26/03/2025	

COMPACTACION						
DENSIDAD MÁXIMA			HUMEDAD ÓPTIMA (%)			
Molde N°	17	25	40			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12448	12539	12274	12219	12230	12658
Peso de molde (g)	7689	8256	7671	8018	7741	8311
Peso del suelo húmedo (g)	4779	4283	4603	4201	4489	4347
Volumen del molde (cm³)	2162	2250	2148	2265	2137	2123
Densidad húmeda (g/cm³)	2.221	1.904	2.143	1.855	2.101	2.048
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.71	361.41	235.37	344.08	294.26	523.16
Peso suelo seco + tara (g)	183.83	328.53	222.73	318.34	279.30	489.59
Peso de tara (g)	37.54	37.56	39.04	39.07	72.27	72.25
Peso de agua (g)	10.88	32.89	12.64	25.74	14.98	30.57
Peso de suelo seco (g)	146.3	291.0	183.7	279.3	207.0	417.3
Contenido de humedad (%)	7.44	11.30	6.88	9.22	7.24	8.04
Densidad seca (g/cm³)	2.067	1.710	2.055	1.698	1.959	1.895

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN		
				mm	%			mm	%			mm	%	
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00		
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00		
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00		
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		

PENETRACIÓN														
		CARGA	MOLDE N° 55				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
PENETRACIÓN		STAND.	CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			33.1				16.2				9.7		
1.270	0.050			56.6				26.5				16.2		
1.905	0.075			72.8				48.5				32.3		
2.540	0.100	70.5		88.2	99.2	7.0		81.7	65.2	4.6		40.8	42.4	3.0
3.810	0.150			101.4				97.1				60.9		
5.080	0.200	105.7		158.5	185.7	9.2		125.7	121.4	5.7		76.7	77.3	3.6
6.350	0.250			238.7				141.9				94.2		
7.620	0.300			270.5				158.8				94.4		
10.160	0.400			338.1				185.2				107.2		

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308896 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC
	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



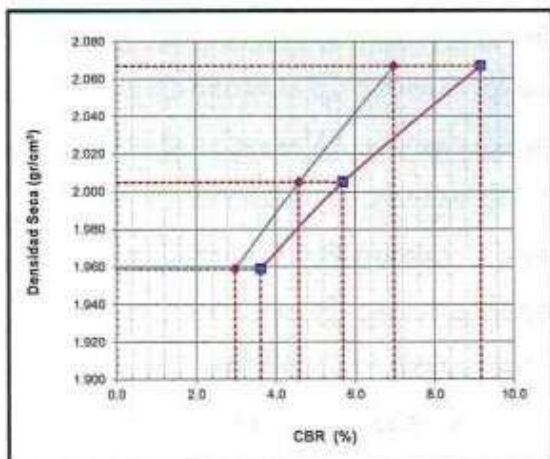
GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		Código	FRM_GR_EM_
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.		Versión	V.01
(ASTM D-1883 / MTC E 132)		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 18/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		SUELO NATURAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

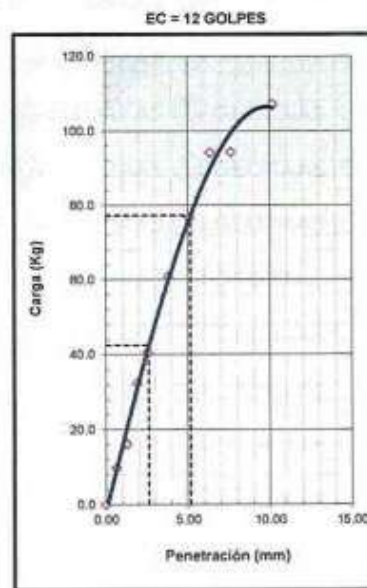
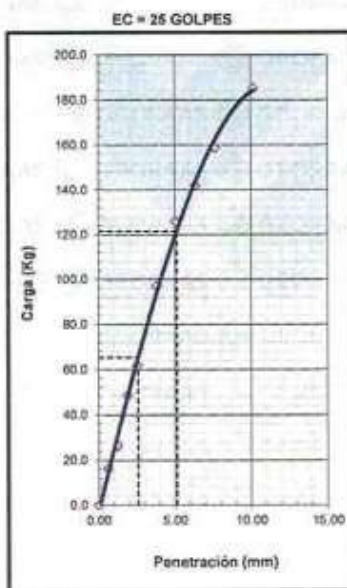
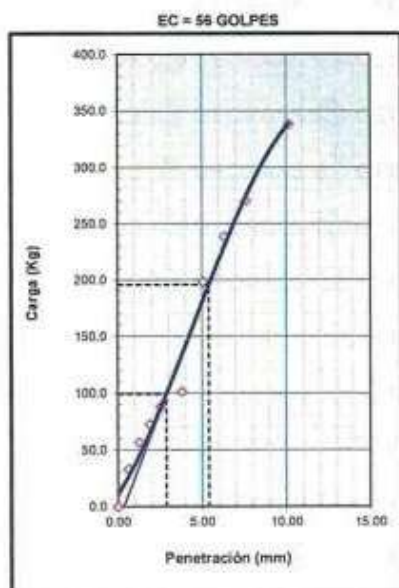
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.819
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.30%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.728
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	7.0	0.2"	9.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	4.6	0.2"	5.7

RESULTADOS CBR a 0.1": = 7.0 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.6 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.98
2	SUELO SECO + TARRO	gr	84.92
3	PESO DEL TARRO	gr	24.05
4	PESO DEL AGUA	gr	8.06
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	60.87
	HUMEDAD %	%	13.24

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LÍQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424	Código	FRM_GR_EM_301
	D-4318)	Versión	V.01
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500		

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.14	31.99	33.44
SUELO SECO + TARRO	gr	30.15	29.16	30.87
PESO DEL TARRO	gr	20.04	20.78	21.51
PESO DEL AGUA	gr	1.99	2.83	2.57
PESO DEL SUELO SECO	gr	10.11	8.38	9.36
HUMEDAD %	%	19.68	33.77	27.46
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
19.82	21.31
19.24	20.65
15.05	15.12
0.58	0.66
4.19	5.53
13.84	11.93

LÍMITE LÍQUIDO % : 26.47

LÍMITE PLÁSTICO % : 12.89

ÍNDICE PLÁSTICO % : 13.58

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incajari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**

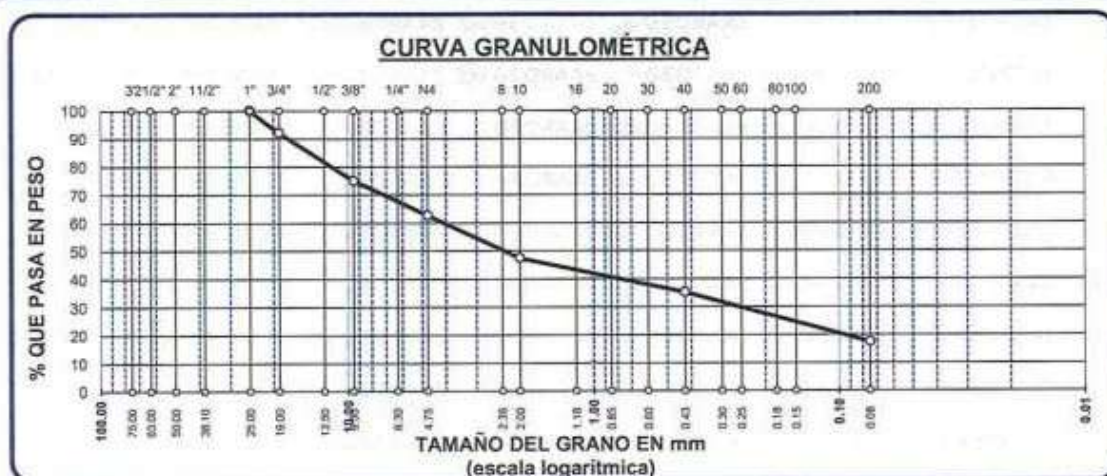
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 2064.22
2"	50.000						P.P.= 435.78
1 1/2"	38.100						% W= 13.24
1"	25.000	0.11	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	201.32	8.05	8.06	91.94		L.L.= 26.47
1/2"	12.500						L.P.= 12.89
3/8"	9.500	424.11	16.96	25.02	74.98		I.P.= 13.58
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	308.78	12.35	37.37	62.63		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= 0.324 Cc= —
No10	2.000	382.43	15.30	52.67	47.33		D60= 4.28
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850						I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CH
No40	0.425	306.19	12.25	64.92	35.08		ASSTHO : A-7
No 50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150						
No200	0.075	441.28	17.65	82.57	17.43		
BASE		435.78	17.43	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		17.43					



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NIÑA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		SUELO NATURAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2		
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800		

Nº	DESCRIPCIÓN	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	94.56
2	SUELO SECO + TARRO	gr	86.93
3	PESO DEL TARRO	gr	25.14
4	PESO DEL AGUA	gr	7.63
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	61.79
	HUMEDAD %	%	12.35

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenti Conquiza Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LÍQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: CALICATA 2		
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.63	31.39	30.67
SUELO SECO + TARRO	gr	29.26	29.74	28.98
PESO DEL TARRO	gr	21.51	23.04	22.2
PESO DEL AGUA	gr	2.37	1.65	1.89
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.75	6.70	6.78
HUMEDAD %	%	30.58	24.63	27.88
N° DE GÓLPE	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
20.78	19.65
19.83	18.91
12.68	12.56
0.95	0.74
7.15	6.35
13.29	11.65

LÍMITE LÍQUIDO % : 27.29

LÍMITE PLÁSTICO % : 12.47

ÍNDICE PLÁSTICO % : 14.82

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauari Cocquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. G.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800		

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 2267.03
2"	50.000						P.P.= 232.97
1 1/2"	38.100						%W= 12.35
1"	25.000	0.08	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	258.41	10.34	10.34	89.66		L.L.= 27.29
1/2"	12.500						L.P.= 12.47
3/8"	9.500	394.64	15.79	26.13	73.87		I.P.= 14.82
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	333.19	13.33	39.45	60.55		D10= 0.087 Cu= 53.8
No8	2.360						D30= 0.426 Cc= 0.45
No10	2.000	414.02	16.56	56.01	43.99		D60= 4.66
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850						I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CH
No40	0.425	349.98	14.00	70.01	29.99		ASSTHO : A-7
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150						
No200	0.075	516.71	20.67	90.68	9.32		
BASE		232.97	9.32	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		9.32					



OBSERVACION: -

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: V.B. CONTRATISTAS
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200	FECHA EXPEDICIÓN	: 28/03/2025

Nº	DESCRIPCIÓN	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	96.07
2	SUELO SECO + TARRO	gr	87.91
3	PESO DEL TARRO	gr	25.05
4	PESO DEL AGUA	gr	8.16
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	62.86
	HUMEDAD %	%	12.98

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LÍQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		SUELO NATURAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 4+850 - T+200		

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.76	31.98	33.04
SUELO SECO + TARRO	gr	28.91	30.46	31.22
PESO DEL TARRO	gr	23.14	24.02	24.31
PESO DEL AGUA	gr	1.85	1.52	1.82
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.77	6.44	6.91
HUMEDAD %	%	32.06	23.60	26.34
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
22.41	21.67
21.16	20.61
12.01	11.79
1.25	1.06
9.15	8.82
13.66	12.02

LÍMITE LÍQUIDO % : 26.98

LÍMITE PLÁSTICO % : 12.84

ÍNDICE PLÁSTICO % : 14.14

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Incajari Carlos Incajari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL N° B°
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)	Código	FRM_GR_EM_101
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL	
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 2096.02
2"	50.000						P.P.= 403.98
1 1/2"	38.100						% W = 12.98
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	197.06	7.88	7.88	92.12		L.L.= 26.98
1/2"	12.500						L.P.= 12.84
3/8"	9.500	522.25	20.89	28.77	71.23		I.P.= 14.14
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	230.87	9.23	38.01	61.99		D10= — Cu= —
No8	2.360						D30= 0.380 Cc= —
No10	2.000	358.18	14.33	52.33	47.67		D60= 4.37
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850						I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CH
No40	0.425	390.39	15.62	67.95	32.05		ASSTHO : A-7
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150						
No200	0.075	397.27	15.89	83.84	16.16		
BASE		403.98	16.16	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		16.16					



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniera Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

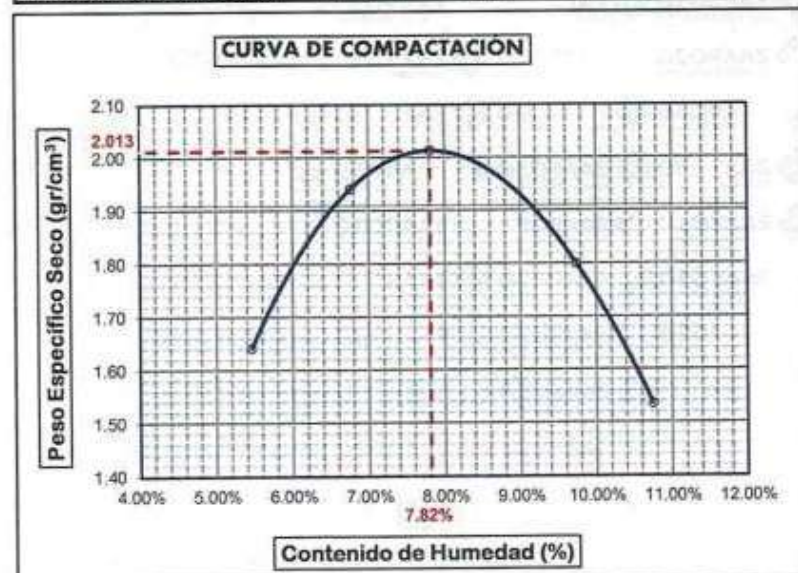
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código: FRM_GR_EM_302 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 1 de 3
----------------------	---	---

SOLICITANTE : Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO : 13/03/2025
PROYECTO : TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR : H. J. N. M.
	ENSAYADO POR : J. C. I. C.
UBICACIÓN : AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL : SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
MUESTRA : CALICATA 1	FECHA EXPEDICIÓN : 26/03/2025
PROGRESIVA : KM 0+050 - 2+500	

MOLDE No : 1	VOLUMEN DEL MOLDE : 2130 cm ³	MÉTODO : ASTM D - 1557
No DE CAPAS : 5	GOLPES POR CAPA : 25 golpes	MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10219	10945	10737	10153
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3689	4415	4207	3623
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.732	2.073	1.975	1.701

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.51	245.89	365.56	321.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.39	234.88	339.16	296.14
Peso del Agua	gr.	7.12	10.81	26.40	25.16
Peso de la Capsula	gr.	78.00	75.00	68.00	62.00
Peso del Suelo Seco	gr.	130.39	159.88	271.16	234.14
% de Humedad	%	5.46%	6.76%	9.74%	10.75%
Promedio de Humedad	%	5.46%	6.76%	9.74%	10.75%
Densidad del Suelo Seco	%	1.642	1.941	1.800	1.536



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	2.013
HUMEDAD OPTIMA	7.82%
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	-
HUMEDAD OPTIMA	-
DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	-
Material fino < N° 4	-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR: Jhonatan Carlos Incaacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Góñez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_304
				Versión	V.01
				Aprobado	GG GR
				Página	2 de 3
SOLICITANTE	1 Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI				
PROYECTO	2 TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE				
UBICACIÓN	1 AZÁNGARO				
MUESTRA	2 CALICATA 1				
PROGRESIVA	3 KM 0+050 - 2+500				
		FECHA MUESTREO		18/03/2025	
		MUESTREADO POR		H. J. N. M.	
		ENSAYADO POR		J. C. I. C.	
		TIPO DE MATERIAL			
		SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS			
		FECHA EXPEDICIÓN		26/03/2025	

COMPACTACION						
		DENSIDAD MÁXIMA	Z.613	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		7.82%
Molde N°		17	25	40		
Capas N°		5	5	5		
Golpes por capa N°		56	25	12		
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12481	12540	12274	12219	12234
Peso de molde (g)		7672	8252	7660	8033	7737
Peso del suelo húmedo (g)		4809	4288	4614	4186	4497
Volumen del molde (cm³)		2180	2249	2180	2263	2135
Densidad húmeda (g/cm³)		2.237	1.907	2.146	1.850	2.106
Tara (N°)		11	15	21	6	7
Peso suelo húmedo + tara (g)		194.61	261.39	235.31	344.08	294.18
Peso suelo seco + tara (g)		183.82	328.52	222.82	318.31	279.43
Peso de tara (g)		37.54	37.53	39.06	39.07	72.25
Peso de agua (g)		10.79	32.87	12.49	25.77	14.75
Peso de suelo seco (g)		146.3	291.0	183.6	279.2	207.2
Contenido de humedad (%)		7.38	11.30	6.80	9.23	7.12
Densidad seca (g/cm³)		2.063	1.713	2.009	1.693	1.966

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSION		
				mm	%			mm	%			mm	%	
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00		
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00		
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00		
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		

PENETRACIÓN													
		CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N° 56			MOLDE N° 25			MOLDE N° 12				
PENETRACIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN			
mm	in		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%		
0.000	0.000			0.0			0.0			0.0			
0.635	0.025			96.5			47.2			28.3			
1.270	0.050			165.2			77.2			47.2			
1.905	0.075			212.4			141.6			94.4			
2.540	0.100	70.5		257.4	280.5	20.4	180.2	190.2	13.4	118.4	123.8	8.7	
3.810	0.150			296.0			283.4			177.6			
5.080	0.200	105.7		579.2	571.2	28.8	366.8	354.3	16.6	223.9	225.6	10.6	
6.350	0.250			696.7			414.0			275.0			
7.620	0.300			789.4			463.3			275.4			
10.160	0.400			988.7			540.5			312.7			

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Incauri Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

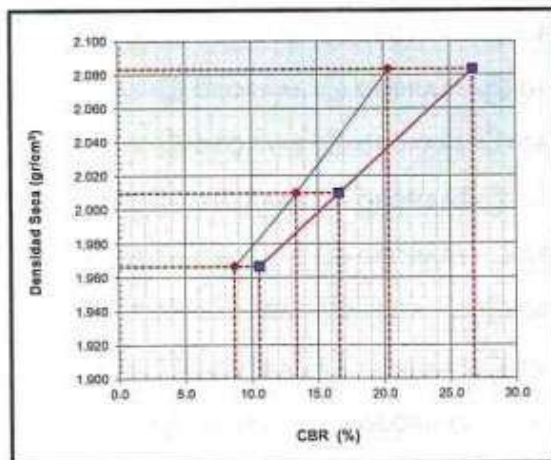


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM_304
			Versión	V.01
			Aprobado	GG_GR
			Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEP NINA MAMANI		FECHA MUESTREO	18/03/2025
PROYECTO	TESIS. ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE		MUESTREADO POR	H. J. N. M.
			ENSAYADO POR	J. C. I. C.
			TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	AZÁNGARO		FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
MUESTRA	CALICATA 1			
PROGRESIVA	KM 0+050 - 2+500			

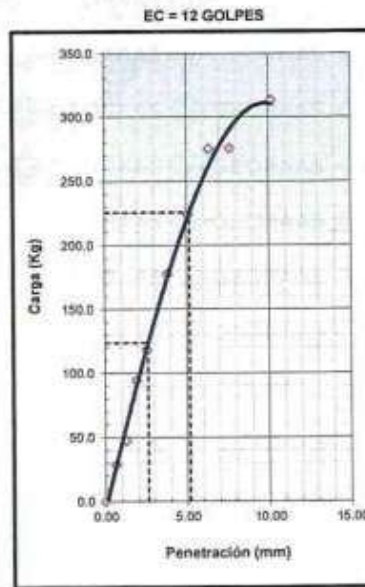
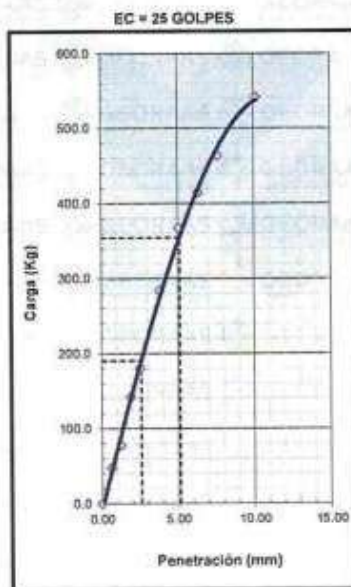
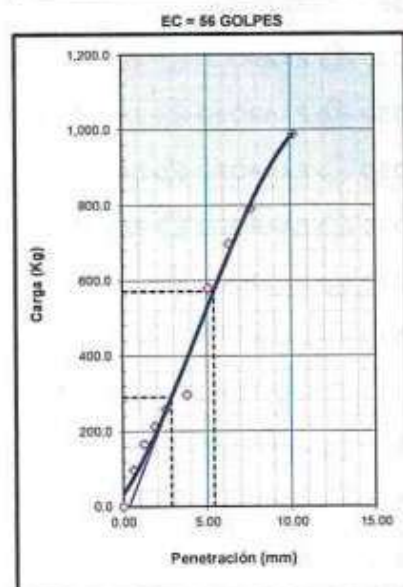
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.013
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.82%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.912
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	20.4	0.2"	26.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	13.4	0.2"	16.6

RESULTADOS CBR a 0.1": = 20.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13.4 (%)



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Ing. Carlos Inocencio Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

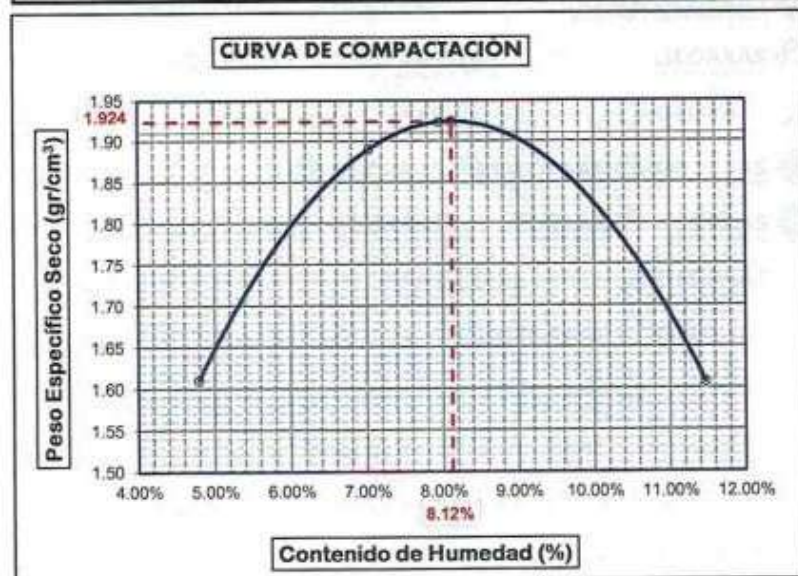
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2		
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10125	10839	10952	10347
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3595	4309	4422	3817
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.688	2.023	2.076	1.792

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	214.47	245.49	361.07	322.51
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.23	234.62	339.25	296.12
Peso del Agua	gr.	6.24	10.87	21.82	26.39
Peso de la Capsula	gr.	78.00	80.00	65.00	66.00
Peso del Suelo Seco	gr.	130.23	154.62	274.25	230.12
% de Humedad	%	4.79%	7.03%	7.96%	11.47%
Promedio de Humedad	%	4.79%	7.03%	7.96%	11.47%
Densidad del Suelo Seco	%	1.611	1.890	1.923	1.608



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	1.924
HUMEDAD OPTIMA	8.12%
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	-
HUMEDAD OPTIMA	-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	-
Material fino < N° 4	-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_304
				Versión	V.01
				Aprobado	GG_GR
				Página	2 de 3
SOLICITANTE	1 Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI				
PROYECTO	2 TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE				
	TIPO DE MATERIAL				
	SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS				
UBICACIÓN	1 AZANGARO				
MUESTRA	1 CALICATA 2				
PROGRESIVA	1 KM 2+550 - 4+800				
	FECHA EXPEDICIÓN 26/03/2025				

COMPACTACIÓN						
DENSIDAD MÁXIMA			1.924			
HUMEDAD ÓPTIMA (%)			6.12%			
Molde N°	17		25		40	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12450		12544		12287	
Peso de molde (g)	7682		8259		8014	
Peso del suelo húmedo (g)	4758		4285		4189	
Volumen del molde (cm³)	2153		2248		2138	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.210		1.906		1.949	
Tara (N°)	11		15		7	
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.72		361.39		294.11	
Peso suelo seco + tara (g)	183.85		329.48		279.23	
Peso de tara (g)	37.55		37.55		39.05	
Peso de agua (g)	10.87		32.91		25.84	
Peso de suelo seco (g)	146.3		290.9		207.0	
Contenido de humedad (%)	7.43		11.31		7.19	
Densidad seca (g/cm³)	2.057		1.712		1.693	

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN		
				mm	%			mm	%			mm	%	
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00		
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00		
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00		
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			85.5				41.8				25.1		
1.270	0.050			148.3				86.4				41.8		
1.905	0.075			188.1				125.4				83.6		
2.540	0.100	70.5		228.0	256.5	18.0		159.6	168.5	11.8		104.9	109.6	7.7
3.810	0.150			262.2				251.0				157.3		
5.080	0.200	106.7		513.0	505.9	23.7		324.9	313.8	54.7		198.4	199.8	9.4
6.350	0.250			617.1				366.7				243.6		
7.620	0.300			699.2				410.4				244.0		
10.160	0.400			874.0				478.8				277.0		

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Trucari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

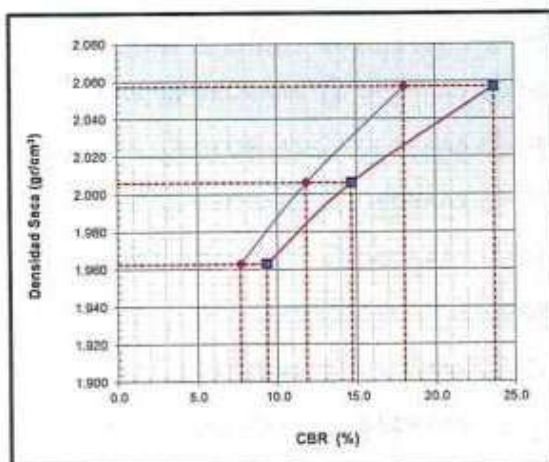


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		Código	FRM_GR_EM_304
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	18/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
UBICACIÓN	AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
MUESTRA	CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
PROGRESIVA	KM 2+550 - 4+800		

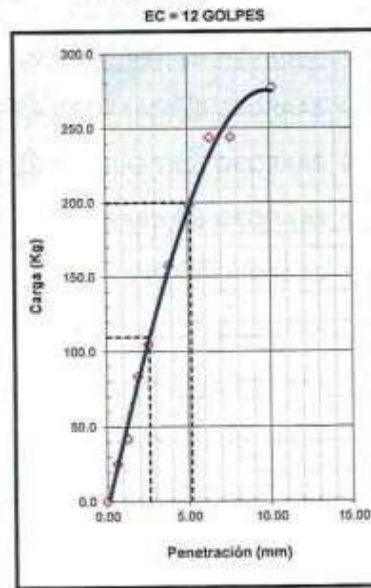
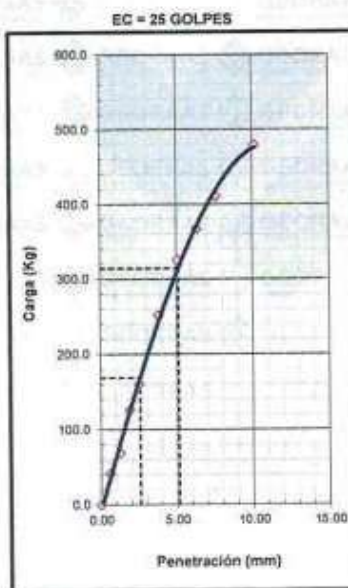
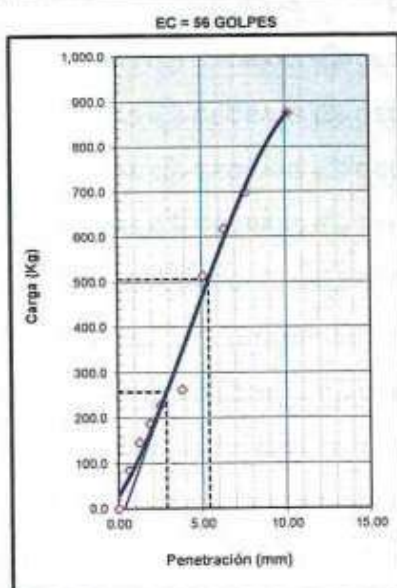
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.924
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.12%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.828
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.0	0.2"	23.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	11.8	0.2"	14.7

RESULTADOS CBR a 0.1":
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 11.8 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenci Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

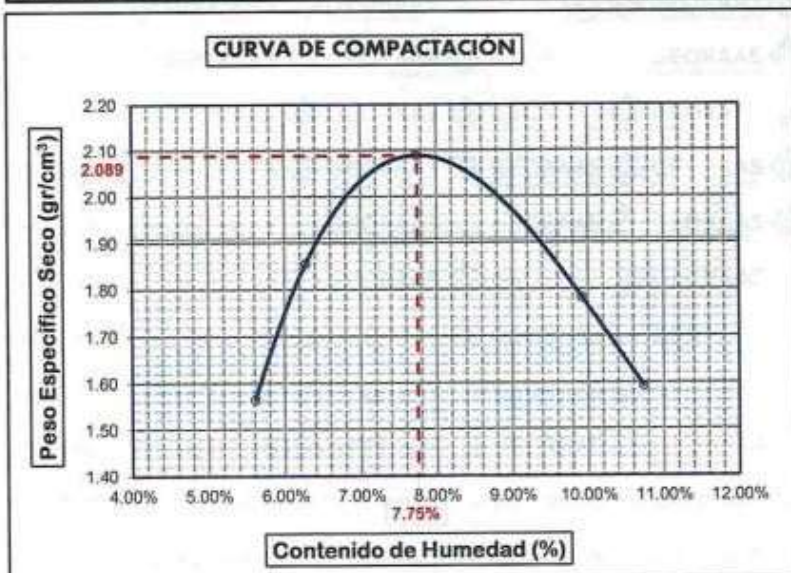
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		: MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10048	10732	10703	10287
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3518	4202	4173	3757
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.652	1.973	1.959	1.764

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.95	244.82	366.15	321.29
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.62	234.79	339.24	296.15
Peso del Agua	gr.	7.33	10.03	26.91	25.14
Peso de la Capsula	gr.	73.00	75.00	68.00	62.00
Peso del Suelo Seco	gr.	130.62	159.79	271.24	234.15
% de Humedad	%	5.61%	6.28%	9.92%	10.74%
Promedio de Humedad	%	5.61%	6.28%	5.92%	10.74%
Densidad del Suelo Seco	%	1.564	1.856	1.782	1.593



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	2.089
HUMEDAD ÓPTIMA	7.75%
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	-
HUMEDAD ÓPTIMA	-
DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	-
Material fino < N° 4	-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_304	
				Versión	V.01	
				Aprobado	CG_GR	
				Página	2 de 3	
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEF MNA MAMANI				FECHA MUESTREO	: 18/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE				MUESTREADO POR	: H. J. M.
					ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
					TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	: AZÁNGARO				FECHA EXPEDICIÓN	: 28/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3					
PROGRESIVA	: KM 4+850 + 7+200					

COMPACTACIÓN						
	DENSIDAD MÁXIMA		2.065	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		7.75%
Molde N°	17		25	40		
Capas N°	5		5	8		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12478	12544	12294	12221	12236	12667
Peso de molde (g)	7694	8262	7681	8022	7738	8318
Peso del suelo húmedo (g)	4784	4282	4613	4199	4498	4349
Volumen del molde (cm³)	2162	2248	2150	2264	2137	2123
Densidad húmeda (g/cm³)	2.223	1.903	2.146	1.855	2.105	2.049
Tara (N°)	11	15	21	8	7	16
Peso suelo húmedo + tara (g)	184.75	361.44	235.47	344.14	294.31	523.09
Peso suelo seco + tara (g)	183.82	328.54	222.68	316.41	279.37	489.98
Peso de tara (g)	37.55	37.55	39.08	39.09	72.35	72.28
Peso de agua (g)	10.93	32.00	12.79	25.73	15.04	33.51
Peso de suelo seco (g)	146.3	291.0	183.6	276.4	207.0	417.3
Contenido de humedad (%)	7.47	11.31	6.97	9.21	7.26	8.03
Densidad seca (g/cm³)	2.068	1.711	2.006	1.698	1.962	1.896

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%		mm	%
18-03-2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	
19-03-2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00		
20-03-2025	08:00	48	2	0.600	0.600	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00		
21-03-2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		
22-03-2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			100.1				49.0				29.4		
1.270	0.050			171.3				80.1				49.0		
1.905	0.075			220.3				146.9				87.9		
2.540	0.100	70.5		267.0	300.3	21.1		186.5	197.3	13.9		122.8	128.4	9.0
3.810	0.150			307.1				260.9				184.2		
5.080	0.200	105.7		600.8	592.5	27.8		380.5	367.5	17.2		232.3	234.0	11.0
6.350	0.250			722.7				429.4				285.2		
7.620	0.300			818.8				480.6				285.7		
10.160	0.400			1023.5				560.7				324.4		

OBSERVACIONES : =

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

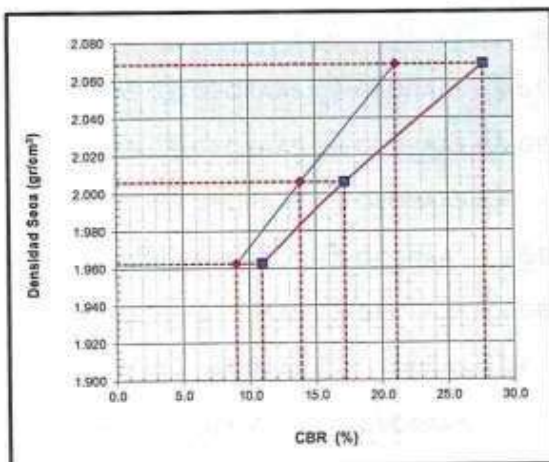


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		Código	FRM_GR_EM_304
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.		Versión	V.01
(ASTM D-1883 / MTC E 132)		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 18/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 5% CÁSCARA DE HABAS
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

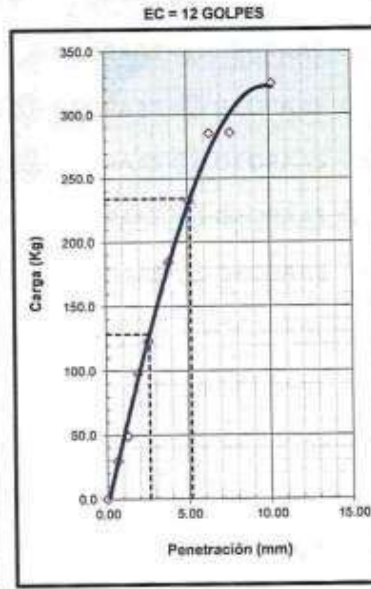
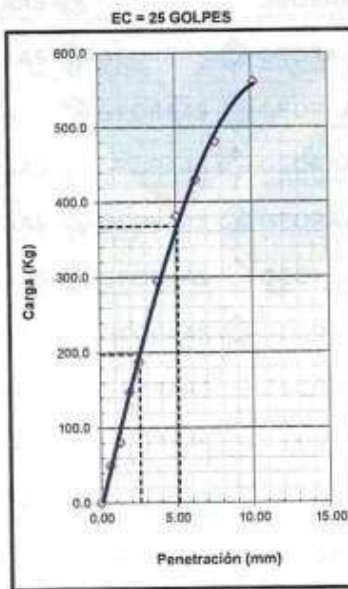
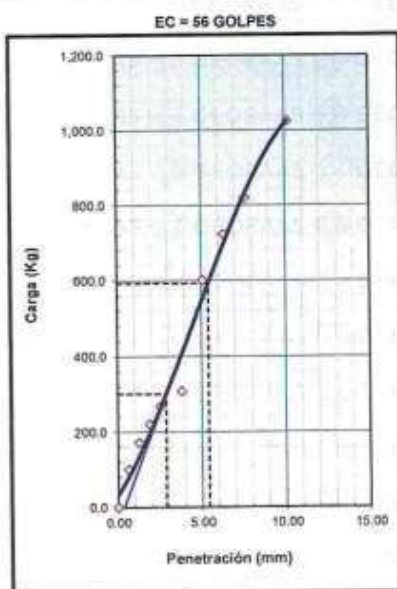
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.089
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.75%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.984
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	21.1	0.2"	27.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	13.9	0.2"	17.2

RESULTADOS CBR a 0.1": = 21.1 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13.9 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

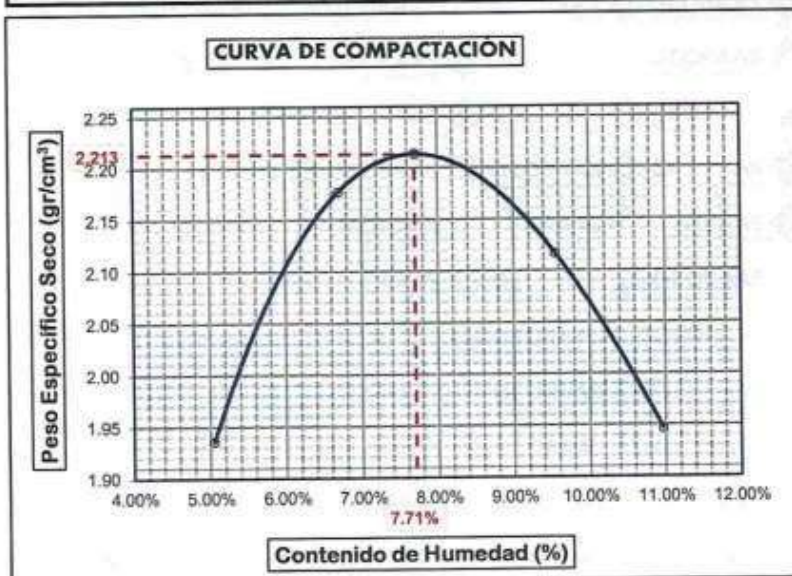
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10862	11477	11469	11131
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4332	4947	4939	4601
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.034	2.323	2.319	2.160

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.12	245.61	365.12	321.68
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.53	234.91	339.22	296.02
Peso del Agua	gr.	6.59	10.70	25.90	25.66
Peso de la Capsula	gr.	78.00	75.00	68.00	62.00
Peso del Suelo Seco	gr.	130.53	159.91	271.22	234.02
% de Humedad	%	5.05%	6.69%	9.55%	10.96%
Promedio de Humedad	%	5.05%	6.69%	9.55%	10.96%
Densidad del Suelo Seco	%	1.936	2.177	2.117	1.947



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	2.213
HUMEDAD ÓPTIMA	7.71%
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	-
HUMEDAD ÓPTIMA	-
DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	:-
Material fino < N° 4	:-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaorari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 UNIDAD DE CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_364
				Versión	V.01
				Aprobado	GO_GR
				Página	2 de 3
SOLICITANTE	1 Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI			FECHA MUESTREO	18/03/2025
PROYECTO	2 TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE			MUESTREADO POR	H. J. N. M.
				ENSAYADO POR	J. C. I. C.
				TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	1 AZANGARO			SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS	
MUESTRA	1 CALICATA 1			FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
PROGRESIVA	KM 6+050 - 2+500				

COMPACTACION						
	DENSIDAD MÁXIMA	2.213	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7.71%		
Molde N°	17	25	40			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12474	12543	12274	12230	12232	12641
Peso de molde (g)	7693	8258	7679	8021	7749	8328
Peso del suelo húmedo (g)	4781	4285	4595	4209	4483	4313
Volumen del molde (cm³)	2152	2246	2154	2258	2158	2132
Densidad húmeda (g/cm³)	2.222	1.906	2.133	1.862	2.057	2.023
Tara (N°)	11	15	21	8	7	10
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.71	361.29	235.40	344.24	294.41	523.63
Peso suelo seco + tara (g)	183.74	328.42	222.61	318.18	279.25	489.31
Peso de tara (g)	37.55	37.55	39.05	39.05	72.25	72.25
Peso de agua (g)	10.97	32.07	12.70	26.06	15.16	34.32
Peso de suelo seco (g)	146.2	290.9	183.6	279.1	207.0	417.1
Contenido de humedad (%)	7.50	11.30	6.97	9.34	7.32	8.23
Densidad seca (g/cm³)	2.067	1.714	1.994	1.704	1.954	1.889

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19 03 2025	08:00	24	1	0.800	0.800	3.00	0.300	0.200	1.50	0.200	1.00
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600

PENETRACIÓN													
		CARGA	MOLDE N° 96			MOLDE N° 25			MOLDE N° 12				
PENETRACIÓN	STAND.	CARGA	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN	CORRECCIÓN
mm	in	kg/cm²	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	kg	%
0.000	0.000			0.0			0.0			0.0			
0.038	0.025			116.6			57.0			34.2			
1.270	0.050			198.4			93.2			57.0			
1.905	0.075			256.4			170.9			114.0			
2.540	0.100	70.5		310.8	349.6	24.6	217.6	229.7	16.1	143.0	149.4	10.5	
3.810	0.150			357.4			342.1			214.0			
5.080	0.200	109.7		699.3	699.7	32.3	442.9	427.8	20.0	270.4	272.4	12.8	
6.350	0.250			841.2			499.9			332.0			
7.620	0.300			953.1			559.4			332.6			
10.160	0.400			1191.4			652.7			377.6			

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

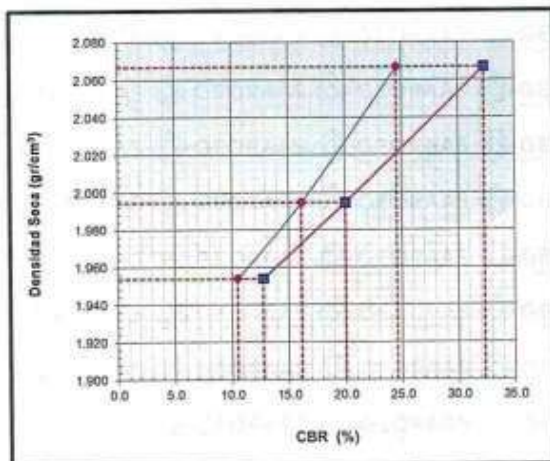


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaasgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM_304
			Versión	V.01
			Aprobado	GG_GR
			Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI		FECHA MUESTREO	18/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE		MUESTREADO POR	H. J. N. M.
			ENSAYADO POR	J. C. I. C.
			TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	AZÁNGARO		FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
MUESTRA	CALICATA 1			
PROGRESIVA	KM D+050 - 2+500			

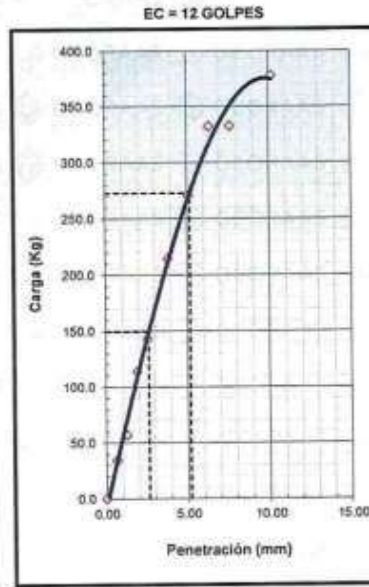
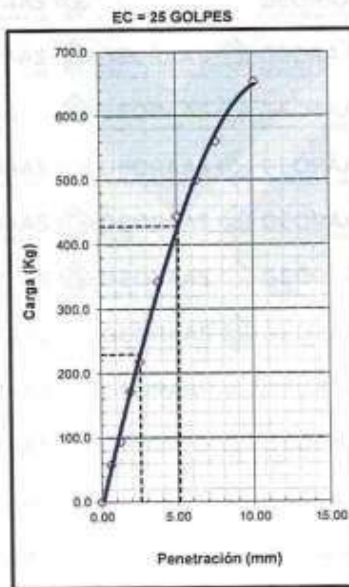
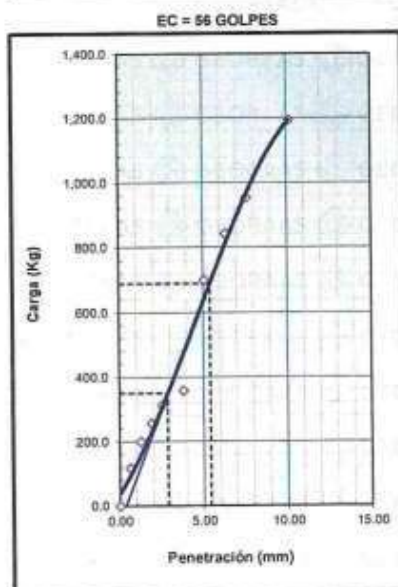
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.213
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.71%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.103
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	24.6	0.2"	32.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	16.1	0.2"	20.0

RESULTADOS CBR a 0.1": = 24.6 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 16.1 (%)



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incauri Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

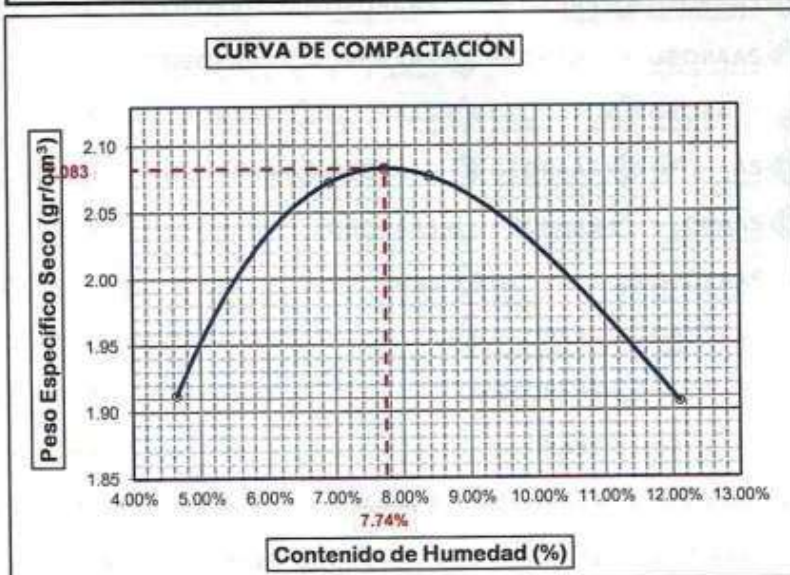
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS	
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10792	11251	11326	11083
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4262	4721	4796	4553
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.001	2.216	2.252	2.138

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	214.31	245.49	361.53	322.64
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.22	234.71	339.09	296.01
Peso del Agua	gr.	6.09	10.78	22.44	26.63
Peso de la Capsula	gr.	77.00	79.00	72.00	76.00
Peso del Suelo Seco	gr.	131.22	155.71	267.09	220.01
% de Humedad	%	4.64%	6.92%	8.40%	12.10%
Promedio de Humedad	%	4.64%	6.92%	8.40%	12.10%
Densidad del Suelo Seco	%	1.912	2.073	2.077	1.907



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	2.083
HUMEDAD ÓPTIMA	7.74%
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	-
HUMEDAD ÓPTIMA	-
DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	-
Material fino < N° 4	-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Conquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_OR_EM_304	
				Versión	V.01	
				Aprobado	GG_GR	
				Página	2 de 2	
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI				FECHA MUESTREO	18/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE				MUESTREADO POR	H. J. N. M.
					ENSAYADO POR	J. C. I. C.
					TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	AZANGARO				FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
MUESTRA	CALICATA 2					
PROGRESIVA	KM 2+550 - 4+800					

COMPACTACION						
	DENSIDAD MÁXIMA		HUMEDAD ÓPTIMA (%)			
	2.083		7.74%			
Molde N°	17	25	40			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12462	12582	12256	12317	12269	12581
Peso de molde (g)	7961	8264	7651	8048	7776	8334
Peso del suelo húmedo (g)	4801	4318	4605	4269	4493	4247
Volumen del molde (cm³)	2147	2253	2153	2274	2137	2175
Densidad húmeda (g/cm³)	2.236	1.917	2.139	1.877	2.102	1.953
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.81	361.47	235.74	344.26	294.41	523.25
Peso suelo seco + tara (g)	183.54	326.63	222.38	318.53	279.20	489.41
Peso de tara (g)	37.56	37.53	38.95	39.02	72.23	72.27
Peso de agua (g)	11.27	32.84	13.36	25.73	15.21	38.94
Peso de suelo seco (g)	148.0	291.1	183.4	279.5	207.0	417.1
Contenido de humedad (%)	7.72	11.28	7.28	9.21	7.35	8.11
Densidad seca (g/cm³)	2.076	1.722	1.994	1.719	1.959	1.806

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	0.300	0.300	1.500	0.200	0.200	1.000
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.500	0.700	0.700	3.500	0.400	0.400
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	8.000	0.900	0.900	4.500	0.600	0.600
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	8.000	0.900	0.900	4.500	0.600	0.600

PENETRACIÓN													
		MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
PENETRACIÓN	CARGA	STAND.	CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm	in	kg/cm²	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%		Dial (div)	kg	%	
0.000	0.000			0.0			0.0				0.0		
0.635	0.025			106.7			52.1				31.3		
1.270	0.050			182.5			85.3				52.1		
1.905	0.075			234.6			156.4				104.3		
2.540	0.100	70.5		284.4	319.9	22.5	196.1	210.2	14.8		130.5	136.7	9.6
3.810	0.150			327.1			313.1				196.2		
5.080	0.200	105.7		638.9	831.1	29.6	429.3	391.4	15.3		247.4	249.3	11.7
6.350	0.250			769.8			457.4				303.8		
7.620	0.300			872.2			511.9				304.3		
10.160	0.400			1090.2			597.2				345.5		

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



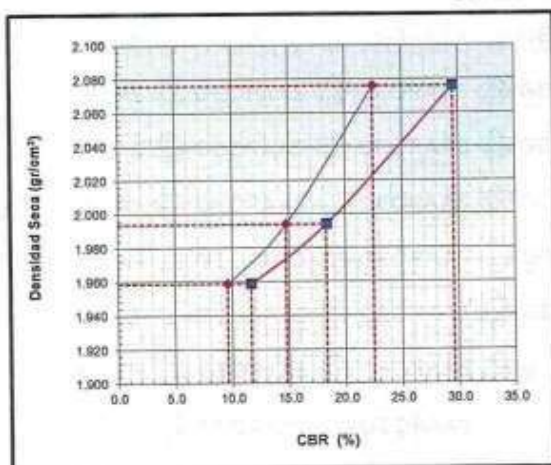
GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM_304
			Versión	V.01
			Aprobado	GG_GR
			Página	3 de 3
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI		FECHA MUESTREO	: 18/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE		MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
			ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
			TIPO DE MATERIAL	
			SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS	
UBICACIÓN	: AZANGARO		FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2			
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800			

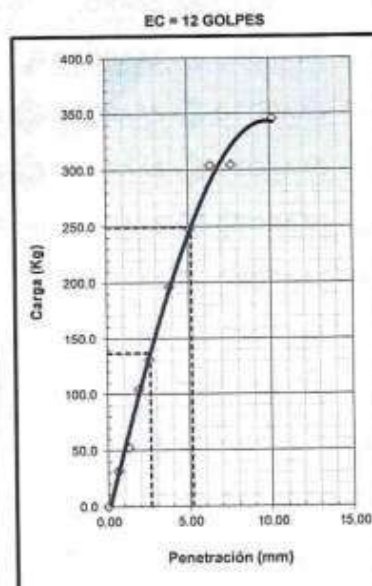
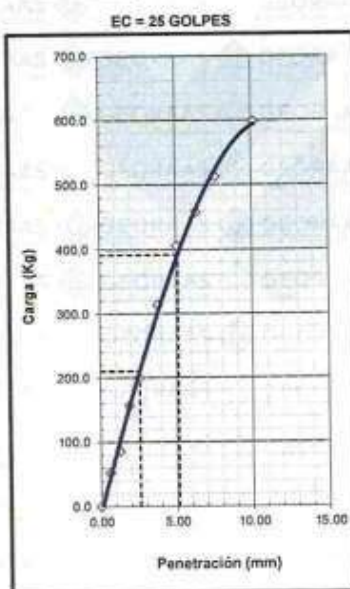
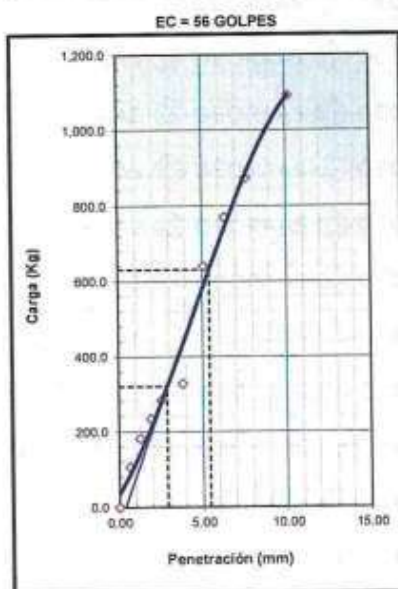
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.083
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.74%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.979
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	22.5	0.2"	29.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	14.8	0.2"	18.3

RESULTADOS CBR a 0.1": = 22.5 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.8 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenci Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

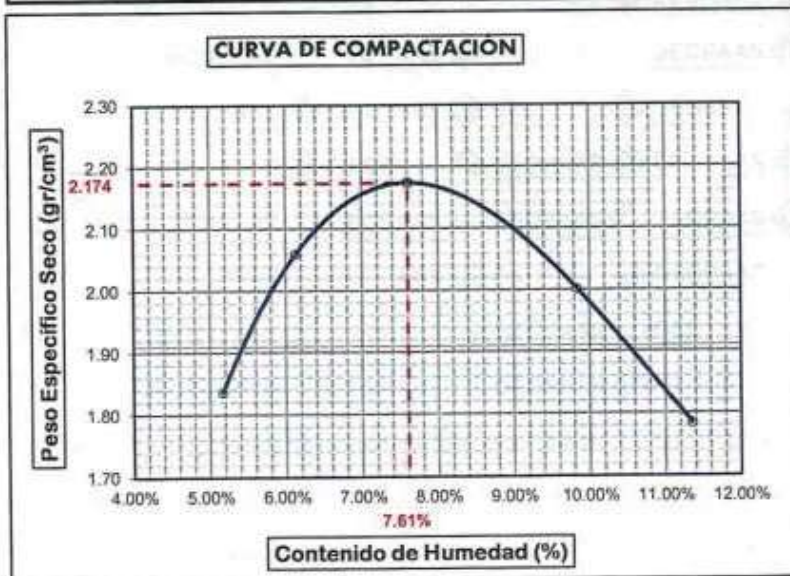
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10644	11185	11213	10762
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4114	4655	4683	4232
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.931	2.185	2.199	1.987

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.87	244.71	366.07	321.14
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.95	234.74	339.29	295.02
Peso del Agua	gr.	6.92	9.97	26.78	26.12
Peso de la Capsula	gr.	75.00	72.00	67.00	65.00
Peso del Suelo Seco	gr.	133.95	162.74	272.29	230.02
% de Humedad	%	5.17%	6.13%	9.84%	11.36%
Promedio de Humedad	%	5.17%	6.13%	9.84%	11.36%
Densidad del Suelo Seco	%	1.837	2.059	2.002	1.784



DATOS OBTENIDOS
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
2.174
HUMEDAD ÓPTIMA
7.61%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
-
HUMEDAD ÓPTIMA
-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	:-
Material fino < N° 4	:-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Varios Incaucari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM_354
		Versión	V.01
		Aprobada	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	18/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
UBICACIÓN	AZANGARO	ENSAYADO POR	J. C. I. C.
MUESTRA	CALICATA 3	TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 0% CASCARA DE HABAS
PROGRESIVA	KM 4+850 - 7+200	FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025

COMPACTACION						
	DENSIDAD MÁXIMA		2.174	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		7.61%
Molde N°	17		25		40	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12491	12549	12294	12262	12272	12634
Peso de molde (g)	7679	8263	7855	8011	7727	8328
Peso del suelo húmedo (g)	4812	4286	4439	4251	4545	4306
Volumen del molde (cm³)	2148	2342	2147	2283	2137	2134
Densidad húmeda (g/cm³)	2.240	1.812	2.161	1.878	2.127	2.027
Tara (N°)	11	15	21	6	7	19
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.75	261.56	235.48	244.39	294.48	523.15
Peso suelo seco + tara (g)	183.89	328.42	322.61	318.51	279.61	489.55
Peso de tara (g)	37.43	37.67	39.11	39.06	72.23	72.29
Peso de agua (g)	10.86	33.14	12.68	25.88	14.87	33.60
Peso de suelo seco (g)	146.4	200.9	183.5	279.5	207.4	417.3
Contenido de humedad (%)	7.42	11.39	7.02	9.26	7.17	8.05
Densidad seca (g/cm³)	2.085	1.716	2.019	1.719	1.985	1.876

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN		
				mm	%			mm	%			mm	%	
18/03/2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00		
19/03/2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00		
20/03/2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00		
21/03/2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		
22/03/2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		

PENETRACIÓN															
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12				
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0			
0.635	0.025			112.5				55.0				33.0			
1.270	0.050			192.5				90.0				55.0			
1.905	0.075			247.5				165.0				110.0			
2.540	0.100	70.5		300.0	337.5	23.7		210.0	221.7	15.6		138.0	144.2	10.1	
3.810	0.150			345.0				330.3				207.0			
5.080	0.200	106.7		675.0	665.7	91.2		427.5	412.9	19.4		261.0	263.0	12.3	
6.350	0.250			812.0				482.5				320.5			
7.620	0.300			920.0				540.0				321.0			
10.160	0.400			1150.0				630.0				364.5			

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

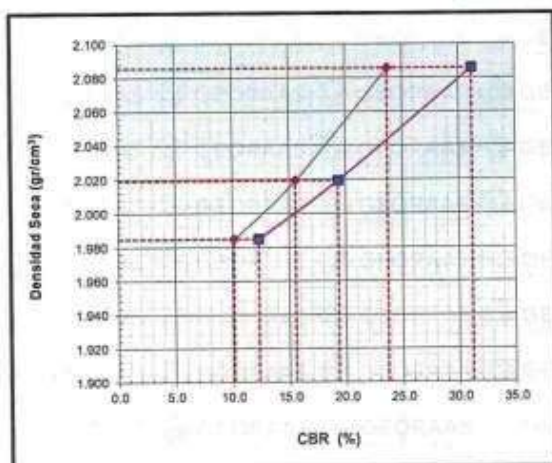
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_304
			Versión	V.01
			Aprobado	GG_GR
			Página	3 de 3

SOLICITANTE	1	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	13/03/2025
PROYECTO	1	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
			ENSAYADO POR	J. C. I. C.
			TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	1	AZANGARO	SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS	
MUESTRA	1	CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	
PROGRESIVA	1	KM 4+550 - 7+200	26/03/2025	

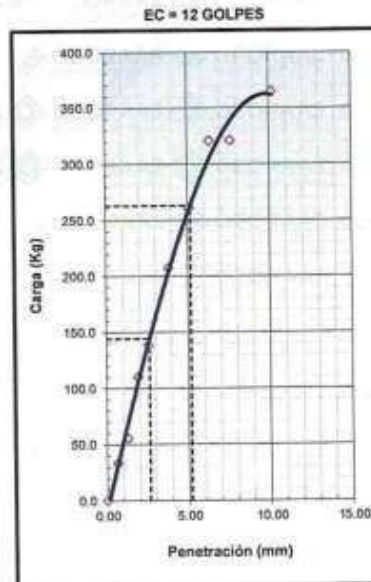
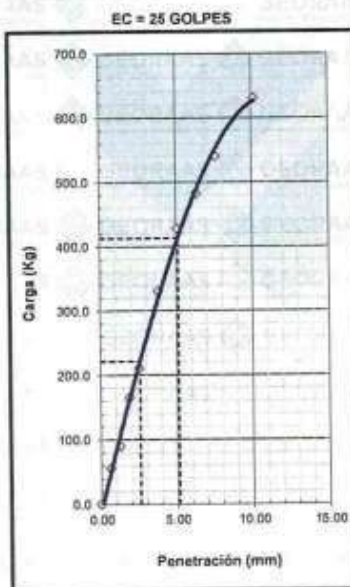
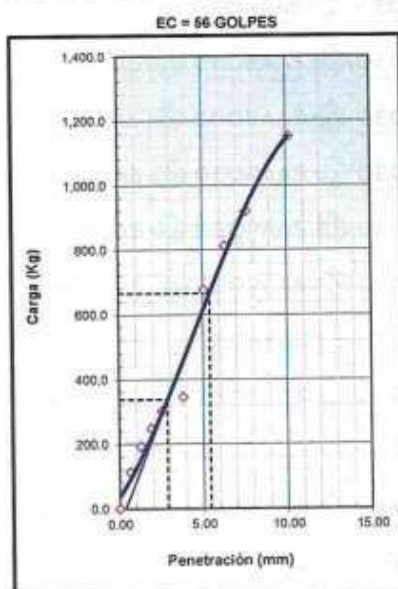
CAPACIDAD DE SOPORTE



METODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.174
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.61%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.065
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	23.7	0.2"	31.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	15.6	0.2"	19.4

RESULTADOS CBR a 0.1": = 23.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 15.6 (%)



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Inescari Canguara Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Jhonatan Carlos Inescari Canguara Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS	
MUESTRA	: CALICATA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500		

N°	DESCRIPCIÓN	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	91.18
2	SUELO SECO + TARRO	gr	84.31
3	PESO DEL TARRO	gr	25.75
4	PESO DEL AGUA	gr	8.87
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	58.56
	HUMEDAD %	%	11.73

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocencio Coaguila Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
MUESTRA	: CALICATA 1	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.32	32.22	30.11
SUELO SECO + TARRO	gr	31.49	30.40	28.74
PESO DEL TARRO	gr	25.24	23.61	24.65
PESO DEL AGUA	gr	0.83	1.82	1.37
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.25	6.79	4.09
HUMEDAD %	%	13.28	26.80	33.50
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
20.92	21.33
20.82	20.97
19.51	18.74
0.10	0.36
1.31	2.23
7.63	16.14

LÍMITE LIQUIDO %	:	23.84
LÍMITE PLÁSTICO %	:	11.89
ÍNDICE PLÁSTICO %	:	11.95

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incedari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Control
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2		
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	90.54
2	SUELO SECO + TARRO	gr	83.98
3	PESO DEL TARRO	gr	26.05
4	PESO DEL AGUA	gr	6.56
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	57.93
	HUMEDAD %	%	11.32

OBSERVACIONES: +

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaurri Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC TÉCNICO DE LABORATORIO	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 302696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC ESPECIALISTA	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZANGARO		SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.95	33.09	32.13
SUELO SECO + TARRO	gr	31.05	32.17	29.72
PESO DEL TARRO	gr	23.78	24.89	23.08
PESO DEL AGUA	gr	1.90	0.92	2.41
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.27	7.28	6.64
HUMEDAD %	%	26.13	12.64	36.30
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
20.36	19.78
19.81	18.84
12.31	13.24
0.55	0.94
7.50	5.60
7.33	16.79

LÍMITE LIQUIDO %	:	24.41
LÍMITE PLASTICO %	:	12.06
ÍNDICE PLASTICO %	:	12.35

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V.B. CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

Nº	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	90.35
2	SUELO SECO + TARRO	gr	83.73
3	PESO DEL TARRO	gr	25.82
4	PESO DEL AGUA	gr	6.62
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	57.91
	HUMEDAD %	%	11.43

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaesari Coaguiza Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	30.38	32.03	31.59
SUELO SECO + TARRO	gr	29.04	31.67	30.23
PESO DEL TARRO	gr	24.65	27.54	26.19
PESO DEL AGUA	gr	1.34	0.36	1.36
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.39	4.13	4.04
HUMEDAD %	%	30.52	8.72	33.66
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
22.50	22.36
21.98	20.85
13.19	13.25
0.52	1.41
8.79	7.70
5.92	18.31

LÍMITE LIQUIDO % : 23.80

LÍMITE PLASTICO % : 12.11

ÍNDICE PLÁSTICO % : 11.68

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incañari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 302696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código Versión Aprobado Página	FRM_GR_EM_104 V.01 GG_GR 1 de 2
-----------------------------	---	---	--

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL + 8% CASCARA DE HABAS	
MUESTRA	: CALICATA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	90.68
2	SUELO SECO + TARRO	gr	84.24
3	PESO DEL TARRO	gr	26.08
4	PESO DEL AGUA	gr	6.44
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	58.16
	HUMEDAD %	%	11.07

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaurari Coaguara Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS
MUESTRA	: CALICATA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 0+050 - 2+500		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.41	34.26	31.73
SUELO SECO + TARRO	gr	33.44	33.23	30.91
PESO DEL TARRO	gr	27.59	28.49	27.64
PESO DEL AGUA	gr	0.97	1.03	0.82
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.85	4.74	3.27
HUMEDAD %	%	16.58	21.73	25.08
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

	T-14	T-15
	21.30	20.39
	20.85	19.25
	12.28	12.53
	0.45	1.14
	8.57	6.72
	5.25	16.96

LÍMITE LIQUIDO % : 20.67

LÍMITE PLASTICO % : 11.11

ÍNDICE PLÁSTICO % : 09.57

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaocari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS.
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+800		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	89.82
2	SUELO SECO + TARRO	gr	83.63
3	PESO DEL TARRO	gr	26.12
4	PESO DEL AGUA	gr	6.19
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	57.51
	HUMEDAD %	%	10.76

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Conquispa Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 503696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 28/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+550 - 4+890		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.40	31.92	32.18
SUELO SECO + TARRO	gr	33.06	30.74	31.38
PESO DEL TARRO	gr	27.91	27.65	27.71
PESO DEL AGUA	gr	0.34	1.18	0.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.15	3.09	3.67
HUMEDAD %	%	6.60	38.19	21.80
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
20.15	21.22
19.56	20.36
13.54	13.56
0.59	0.86
6.02	6.80
9.80	12.65

LÍMITE LIQUIDO %	:	21.70
LÍMITE PLÁSTICO %	:	11.22
ÍNDICE PLÁSTICO %	:	10.48

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZANGARO		SUELO NATURAL + 5% CASCARA DE HABAS
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	89.51
2	SUELO SECO + TARRO	gr	83.62
3	PESO DEL TARRO	gr	26.32
4	PESO DEL AGUA	gr	5.89
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	57.30
	HUMEDAD %	%	10.28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LÍQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE HABAS	
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 4+850 - 7+200		

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.08	32.32	31.16
SUELO SECO + TARRO	gr	30.27	30.86	29.55
PESO DEL TARRO	gr	22.52	21.94	22.61
PESO DEL AGUA	gr	1.81	1.46	1.61
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.75	8.92	6.94
HUMEDAD %	%	23.35	16.37	23.20
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
22.29	22.51
21.85	21.35
14.25	13.96
0.44	1.16
7.60	7.39
5.79	15.70

LÍMITE LÍQUIDO % : 20.63

LÍMITE PLÁSTICO % : 10.74

ÍNDICE PLÁSTICO % : 09.89

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhoatan Carlos Inocenci Coaquira (Técnico de Laboratorio) GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

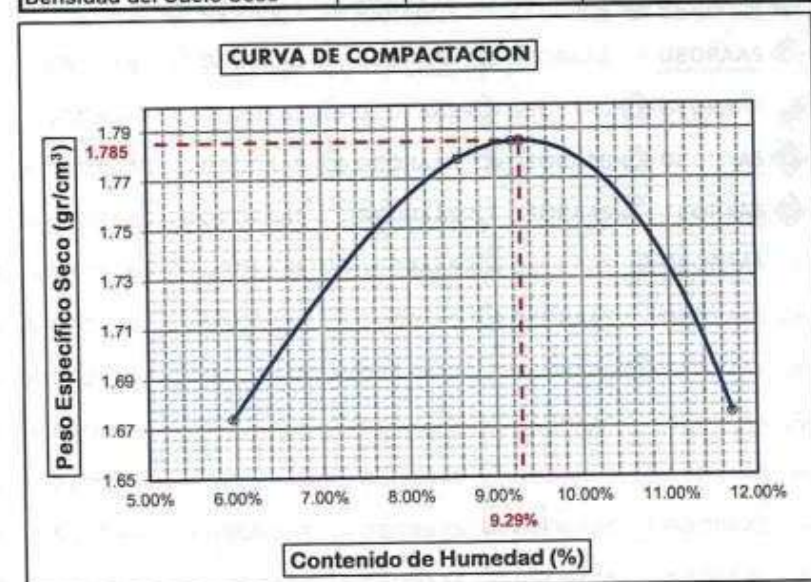
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10303	10637	10677	10512
Peso del Molde	gr.	6525	6525	6525	6525
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3778	4112	4152	3987
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.774	1.931	1.949	1.872

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.17	247.77	363.63	321.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	207.34	234.05	338.65	294.17
Peso del Agua	gr.	7.83	13.72	24.98	27.08
Peso de la Capsula	gr.	76.00	74.00	67.00	63.00
Peso del Suelo Seco	gr.	131.34	160.05	271.65	231.17
% de Humedad	%	5.96%	8.57%	9.20%	11.71%
Promedio de Humedad	%	6.96%	8.57%	9.20%	11.71%
Densidad del Suelo Seco	%	1.674	1.778	1.785	1.676



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	1.785
HUMEDAD ÓPTIMA	9.29%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	
HUMEDAD ÓPTIMA	-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	-
Material fino < N° 4	-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V B CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES.		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código: FIM_OR_EM_304
				Versión: V.01
				Aprobado: GG_GR
				Página: 2 de 3
SOLICITANTE: Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI				FECHA MUESTREO: 24/03/2025
PROYECTO: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE				MUESTREO POR: H. J. N. M.
				ENSAYADO POR: J. C. I. G.
				TIPO DE MATERIAL: SUELO NATURAL
UBICACIÓN: AZANGARO				FECHA EXPEDICIÓN: 26/03/2025
MUESTRA: CALICATA 1				
PROGRESIVA: KM D+750 - 1+750				

COMPACTACIÓN						
	DENSIDAD MÁXIMA		1.785		HUMEDAD ÓPTIMA (%)	
					9.29%	
Molde N°	17		25		40	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12467		12580		12235	
Peso de molde (g)	7671		8257		8021	
Peso del suelo húmedo (g)	4796		4323		4214	
Volumen del molde (cm³)	2172		2264		2256	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.208		1.896		1.868	
Tara (N°)	11		15		7	
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.61		361.38		344.37	
Peso suelo seco + tara (g)	183.72		328.57		318.53	
Peso de tara (g)	37.83		37.33		39.35	
Peso de agua (g)	10.89		32.81		25.84	
Peso de suelo seco (g)	146.1		291.2		207.1	
Contenido de humedad (%)	7.45		11.27		9.26	
Densidad seca (g/cm³)	2.055		1.704		1.710	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18-03-2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19-03-2025	08:00	24	1	0.600	0.600	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00
20-03-2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00
21-03-2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00
22-03-2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
mm	in													
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			28.4				13.9				8.3		
1.270	0.050			48.5				22.7				13.9		
1.905	0.075			62.4				41.6				27.7		
2.540	0.100	70.5		75.6	85.0	6.0		52.9	55.9	3.8		34.8	36.3	2.6
3.810	0.150			96.9				83.2				52.2		
5.080	0.200	105.7		170.1	167.8	7.9		107.7	104.1	4.9		65.8	66.3	3.1
6.350	0.250			204.6				121.6				80.8		
7.620	0.300			231.8				136.1				80.9		
10.160	0.400			289.8				158.8				91.9		

OBSERVACIONES: 1 -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Inocencio Carlos Inocencio Coaguila Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Mario Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



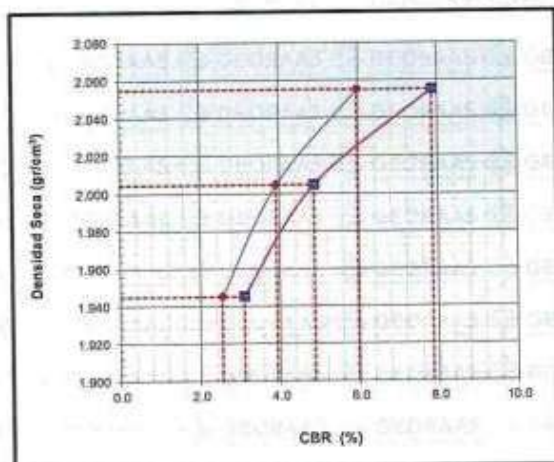
GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	24/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL
UBICACIÓN	AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN	25/03/2025
MUESTRA	CALICATA 1		
PROGRESIVA	KM 0+750 - 1+750		

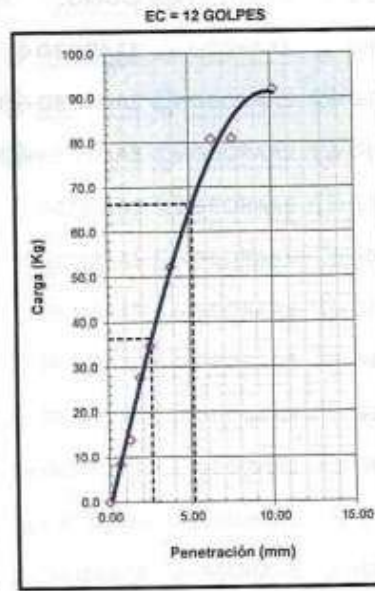
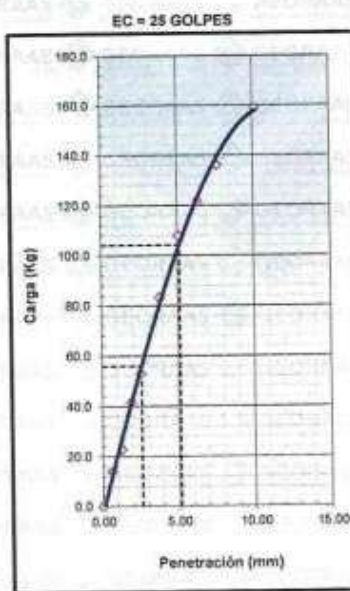
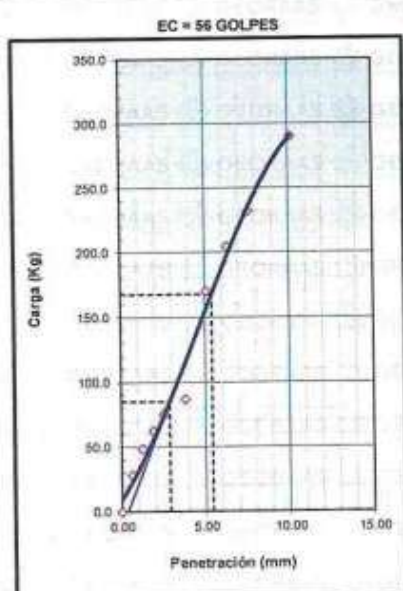
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.785
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.29%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.696
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.0	0.2"	7.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	3.9	0.2"	4.9

RESULTADOS CBR a 0.1": = 6.0 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 3.9 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Intucari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

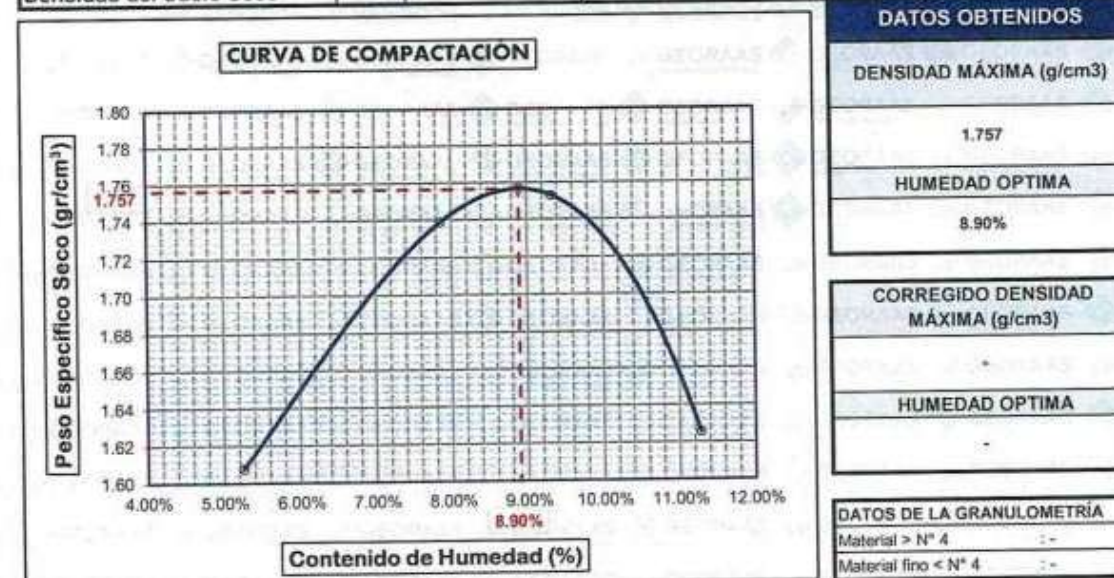
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
UBICACIÓN	: AZANGARO		
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	METODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10129	10520	10607	10378
Peso del Molde	gr.	6525	6525	6525	6525
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3604	3995	4082	3853
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.692	1.876	1.916	1.809

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.12	248.09	363.63	322.78
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.18	235.26	338.41	296.36
Peso del Agua	gr.	6.94	12.83	25.22	26.42
Peso de la Capsula	gr.	76.00	72.00	68.00	62.00
Peso del Suelo Seco	gr.	132.18	163.26	270.41	234.36
% de Humedad	%	5.25%	7.86%	9.33%	11.27%
Promedio de Humedad	%	5.25%	7.86%	9.33%	11.27%
Densidad del Suelo Seco	%	1.608	1.739	1.753	1.626



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhoanatan Carlos Theocaris Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código: FIRM_GR_EM_304 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 2 de 3
SOLICITANTE: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO: 24/03/2025	
PROYECTO: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR: H. J. N. M.	
	ENSAYADO POR: J. C. I. C.	
	TIPO DE MATERIAL: SUELO NATURAL	
UBICACIÓN: AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN: 26/03/2025	
MUESTRA: CALICATA 2		
PROGRESIVA: KM 1+800 - 2+750		

COMPACTACION						
	DENSIDAD MÁXIMA		1.757		HUMEDAD ÓPTIMA (%)	
					5.90%	
Molde N°	17		25		40	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12454	12545	12279	12229	12232	12626
Peso de molde (g)	7648	8251	7662	8018	7741	8338
Peso del suelo húmedo (g)	4806	4294	4617	4211	4491	4288
Volumen del molde (cm³)	2145	2253	2141	2260	2156	2125
Densidad húmeda (g/cm³)	2.241	1.906	2.156	1.863	2.083	2.023
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.68	361.64	235.59	344.54	294.51	523.67
Peso suelo seco + tara (g)	183.57	328.33	222.77	318.42	279.76	489.45
Peso de tara (g)	37.52	37.58	39.21	39.27	72.36	72.22
Peso de agua (g)	11.12	33.31	12.82	26.12	14.75	34.12
Peso de suelo seco (g)	146.1	290.8	183.5	279.2	207.4	417.2
Contenido de humedad (%)	7.61	11.46	6.98	9.36	7.11	8.18
Densidad seca (g/cm³)	2.092	1.710	2.016	1.704	1.945	1.879

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/03/2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
19/03/2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.200	0.200	1.00	
20/03/2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.400	0.400	2.00	
21/03/2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.600	0.600	3.00	
22/03/2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.600	0.600	3.00	

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			27.2				13.3				8.0		
1.270	0.050			46.6				21.6				13.3		
1.905	0.075			56.9				38.9				26.6		
2.540	0.100	70.5		72.6	81.7	5.7		50.8	53.7	3.8		33.4	34.9	2.5
3.810	0.150			83.5				79.9				50.1		
5.080	0.200	105.7		163.4	161.1	7.6		103.5	99.9	4.7		63.2	63.6	3.0
6.350	0.250			106.5				116.8				77.6		
7.620	0.300			222.6				130.7				77.7		
10.160	0.400			278.3				152.5				88.2		

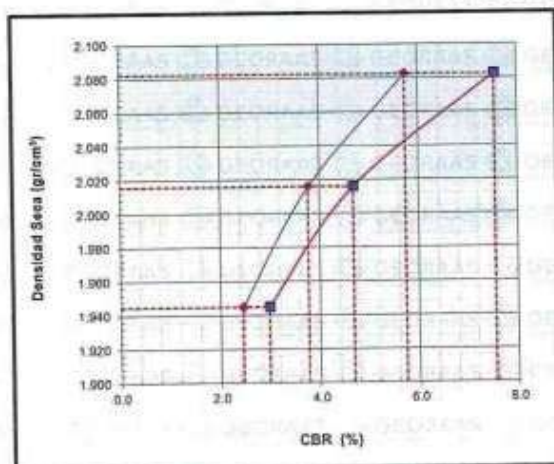
OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR: Juan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM_
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	SR. HENRY JOSEF NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	24 03 2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	H. J. N. M.
UBICACIÓN	AZANGARO	ENSAYADO POR	J. C. I. C.
MUESTRA	CALICATA 2	TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL
PROGRESIVA	KM 1+800 - 2+750	FECHA EXPEDICIÓN	25/03/2025

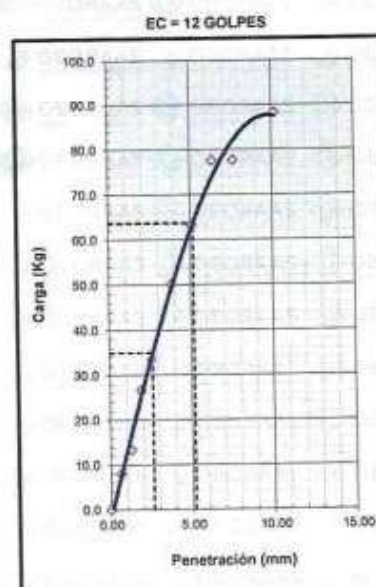
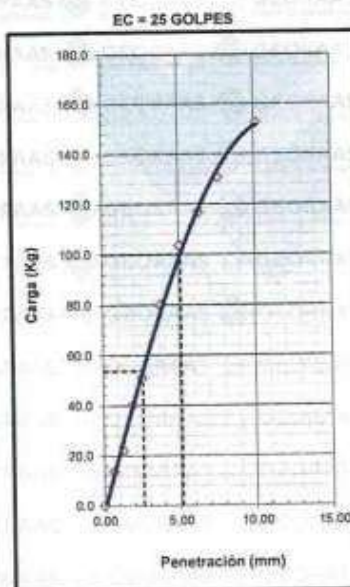
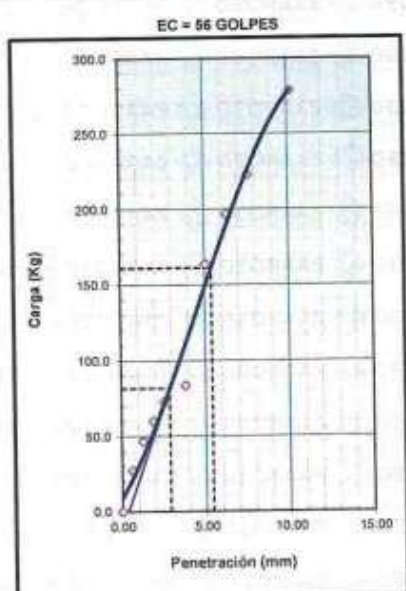
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.757
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.90%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.668
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	5.7	0.2"	7.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	3.8	0.2"	4.7

RESULTADOS CBR a 0.1": = 5.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 3.8 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 V.B. CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

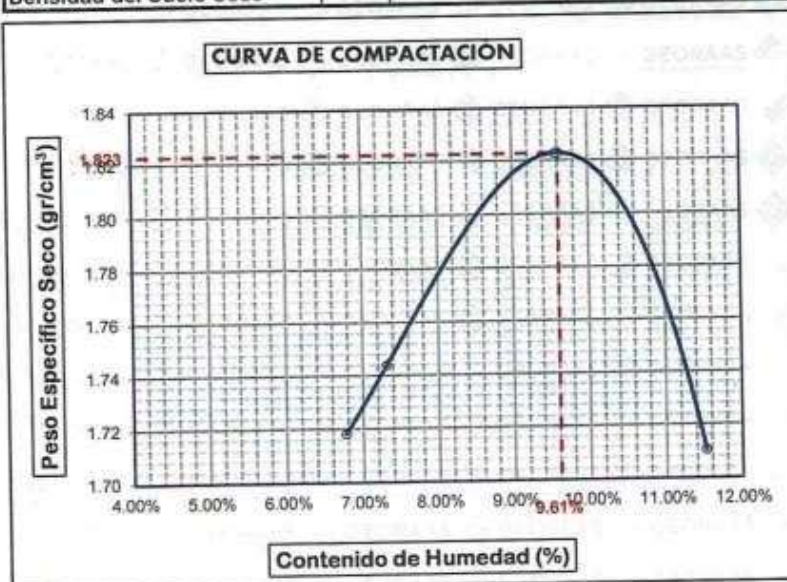
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10433	10512	10779	10588
Peso del Molde	gr.	6525	6525	6525	6525
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3908	3987	4254	4063
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.835	1.872	1.997	1.908

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.36	246.78	363.42	321.41
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	206.01	234.79	338.58	295.23
Peso del Agua	gr.	9.35	11.99	24.84	26.18
Peso de la Capsula	gr.	68.00	71.00	79.00	68.00
Peso del Suelo Seco	gr.	138.01	163.79	259.58	227.23
% de Humedad	%	6.77%	7.32%	9.57%	11.52%
Promedio de Humedad	%	6.77%	7.32%	9.57%	11.52%
Densidad del Suelo Seco	%	1.718	1.744	1.823	1.710



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	1.823
HUMEDAD ÓPTIMA	9.61%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	
HUMEDAD ÓPTIMA	

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	2+
Material fino < N° 4	2+

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 UNIDAD DE CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FORM. GR. EM. 304
				Versión	V.01
				Aprobado	GG. GR.
				Página	2 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI			FECHA MUESTREO	24/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELOS EN LA SUBRASANTE			MUESTREO POR	H. J. N. M.
				ENSAYO POR	J. C. I. C.
				TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL
UBICACIÓN	AZANGARO			FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
MUESTRA	CALICATA 3				
PROGRESIVA	KM 2+800 + 3+600				

COMPACTACION						
	DENSIDAD MÁXIMA		1.823		HUMEDAD ÓPTIMA (%)	
					9.61%	
Molde N°	17		25		40	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12464	12558	12287	12215	12261	12679
Peso de molde (g)	7678	8259	7653	8027	7750	8323
Peso del suelo húmedo (g)	4786	4297	4634	4188	4511	4356
Volumen del molde (cm³)	2140	2254	2158	2253	2128	2135
Densidad húmeda (g/cm³)	2.236	1.906	2.147	1.859	2.120	2.040
Tara (N°)	11	15	21	5	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.71	361.45	235.49	344.27	394.72	523.32
Peso suelo seco + tara (g)	183.82	326.66	222.72	318.35	279.35	489.82
Peso de tara (g)	37.45	37.42	39.18	39.21	72.27	72.21
Peso de agua (g)	10.88	32.79	12.77	25.68	15.37	33.50
Peso de suelo seco (g)	146.4	201.2	183.5	279.2	207.1	417.6
Contenido de humedad (%)	7.44	11.26	6.96	9.27	7.43	8.02
Densidad seca (g/cm³)	2.082	1.713	2.008	1.701	1.973	1.889

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN		
				mm	%			mm	%			mm	%	
18/03/2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	
18/03/2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00		
20/03/2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00		
21/03/2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		
22/03/2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12				
mm	in		kg/cm²	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN		
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0			
0.635	0.025			33.6				16.5				9.9			
1.270	0.050			57.8				27.0				16.5			
1.905	0.075			74.3				40.5				33.0			
2.540	0.100	70.5		90.0	101.2	7.1		63.0	86.5	4.7		41.4	43.3	3.0	
3.810	0.150			103.5				99.1				62.1			
5.080	0.200	105.7		202.5	199.7	9.4		120.3	123.9	5.5		78.3	78.9	3.7	
6.350	0.250			243.6				144.8				96.2			
7.620	0.300			276.0				162.0				96.3			
10.160	0.400			345.0				189.0				109.4			

OBSERVACIONES : *

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inescauri Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308695 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V.B. CONTROL

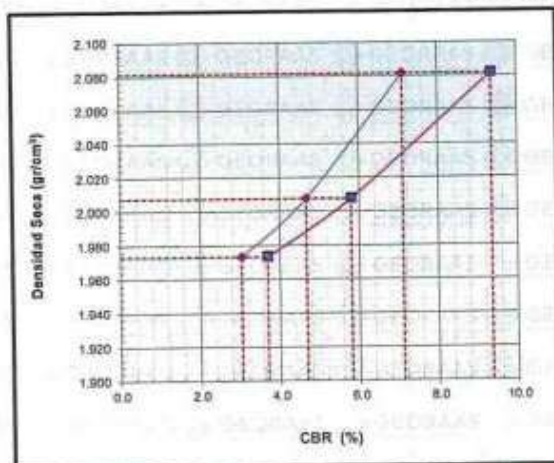


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	24/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL
UBICACIÓN	AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
MUESTRA	CALICATA 3		
PROGRESIVA	KM 2+800 - 3+600		

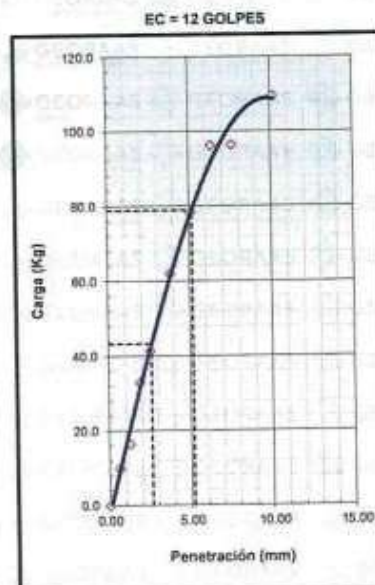
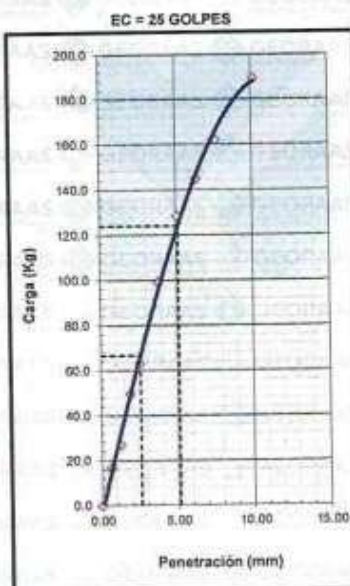
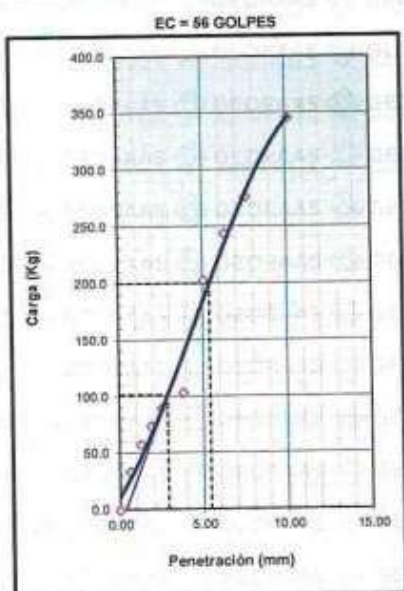
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.823
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.61%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.732
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	7.1	0.2"	9.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	4.7	0.2"	5.8

RESULTADOS CBR a 0.1": = 7.1 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.7 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Juan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
	ESPECIALISTA	UNIVERSIDAD



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		SUELO NATURAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		
MUESTRA	: CALICATA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

N°	DESCRIPCIÓN	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	92.32
2	SUELO SECO + TARRO	gr	85.47
3	PESO DEL TARRO	gr	25.60
4	PESO DEL AGUA	gr	6.85
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	59.87
	HUMEDAD %	%	11.44

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		SUELO NATURAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.35	31.82	33.38
SUELO SECO + TARRO	gr	30.27	29.08	30.94
PESO DEL TARRO	gr	22.81	22.63	22.61
PESO DEL AGUA	gr	2.08	2.74	2.44
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.46	6.45	8.33
HUMEDAD %	%	27.88	42.48	29.29
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
19.78	21.32
18.89	20.59
15.10	15.11
0.89	0.73
3.79	5.48
23.48	13.32

LÍMITE LIQUIDO % : 32.73

LÍMITE PLÁSTICO % : 18.40

ÍNDICE PLÁSTICO % : 14.33

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocencio Conquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		
MUESTRA	: CALICATA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 2223.24
2"	50.000						P.P.= 276.76
1 1/2"	38.100						% W = 11.44
1"	25.000	0.15	0.01	0.01	99.99		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	254.18	10.17	10.17	89.83		L.L.= 32.73
1/2"	12.500						L.P.= 18.40
3/8"	9.500	335.81	13.43	23.61	76.39		I.P.= 14.33
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	442.54	17.70	41.31	58.69		D10= 0.068 Cu= 75.3
No8	2.360						D30= 0.409 Cc= 0.48
No10	2.000	291.78	11.67	52.98	47.02		D60= 5.10
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850						I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CH
No40	0.425	402.63	16.11	69.08	30.92		ASSTHO : A-7
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150						
No200	0.075	496.15	19.85	88.93	11.07		
BASE		276.76	11.07	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		11.07					



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308595 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código Versión Aprobado Página	FRM_GR_EM_104 V.01 GG_GR 1 de 3
----------------------	---	---	--

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
MUESTRA	: CALICATA 2	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750	FECHA EXPEDICIÓN	: 28/03/2025

N°	DESCRIPCIÓN	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	94.71
2	SUELO SECO + TARRO	gr	86.95
3	PESO DEL TARRO	gr	25.60
4	PESO DEL AGUA	gr	7.76
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	61.35
	HUMEDAD %	%	12.65

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		SUELO NATURAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.05	33.27	32.43
SUELO SECO + TARRO	gr	29.33	30.45	30.81
PESO DEL TARRO	gr	23.84	23.82	23.78
PESO DEL AGUA	gr	1.72	2.82	1.62
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.49	6.63	7.03
HUMEDAD %	%	31.33	42.53	23.04
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
20.88	19.59
19.65	18.61
12.62	12.56
1.23	0.98
7.03	6.05
17.50	16.20

LÍMITE LIQUIDO % : 31.99

LÍMITE PLÁSTICO % : 16.85

ÍNDICE PLÁSTICO % : 15.14

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Antonio Carlos Inocenti Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

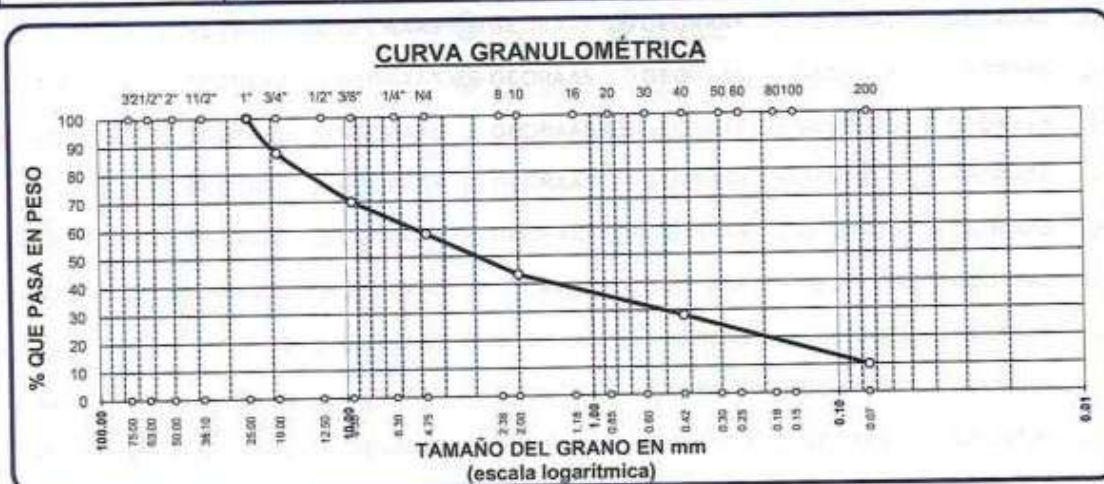
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 2254.91
2"	50.000						P.P.= 245.09
1 1/2"	38.100						% W = 12.65
1"	25.000	0.10	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	315.28	12.61	12.62	87.38		L.L.= 31.99
1/2"	12.500						L.P.= 16.85
3/8"	9.500	437.44	17.50	30.11	69.89		I.P.= 15.14
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	291.67	11.67	41.78	58.22		D10= 0.079 Cu= 69.5
No8	2.360						D30= 0.618 Cc= 0.89
No10	2.000	373.71	14.95	56.73	43.27		D60= 5.47
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850						I.G. =
No30	0.600						SUCS : CH
No40	0.425	378.16	15.13	71.85	28.15		ASSTHO : A-7
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150						
No200	0.075	458.55	18.34	90.20	9.80		
BASE		245.09		100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		9.80					



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	96.24
2	SUELO SECO + TARRO	gr	88.62
3	PESO DEL TARRO	gr	25.60
4	PESO DEL AGUA	gr	7.62
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	63.02
	HUMEDAD %	%	12.09

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonny Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308695 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° UNIDAD DE CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	TIPO DE MATERIAL	
MUESTRA	: CALICATA 3	SUELO NATURAL	
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	29.90	31.94	33.23
SUELO SECO + TARRO	gr	28.73	30.47	31.22
PESO DEL TARRO	gr	25.24	25.22	25.19
PESO DEL AGUA	gr	1.17	1.47	2.01
PESO DEL SUELO SECO	gr	3.49	5.25	6.03
HUMEDAD %	%	33.52	28.00	33.33
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
22.54	21.41
20.67	20.48
12.19	12.15
1.87	0.93
8.48	8.33
22.05	11.16

LÍMITE LIQUIDO %	:	31.12
LÍMITE PLÁSTICO %	:	16.61
ÍNDICE PLÁSTICO %	:	14.51

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaguina Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



ENSAYO DE MATERIALES	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)	Código	FRM_GR_EM_102
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
		SUELO NATURAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600		

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 2186.54
2"	50.000						P.P.= 313.46
1 1/2"	38.100						% W = 12.09
1"	25.000	0.05	0.00	0.00	100.00		LÍMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000	192.27	7.69	7.69	92.31		L.L.= 31.12
1/2"	12.500						L.P.= 16.61
3/8"	9.500	498.18	19.93	27.62	72.38		I.P.= 14.51
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No4	4.750	221.34	8.85	36.47	63.53		D10= --- Cu= ---
No8	2.360						D30= 0.454 Cc= ---
No10	2.000	433.88	17.36	53.83	46.17		D60= 4.19
No16	1.180						CLASIFICACIÓN:
No20	0.850						I.G. = :
No30	0.600						SUCS : CH
No40	0.425	411.76	16.47	70.30	29.70		ASTHO : A-7
No50	0.300						OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150						
No200	0.075	429.06	17.16	87.46	12.54		
BASE		313.46	12.54	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		12.54					



OBSERVACION: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coduita Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 3018696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

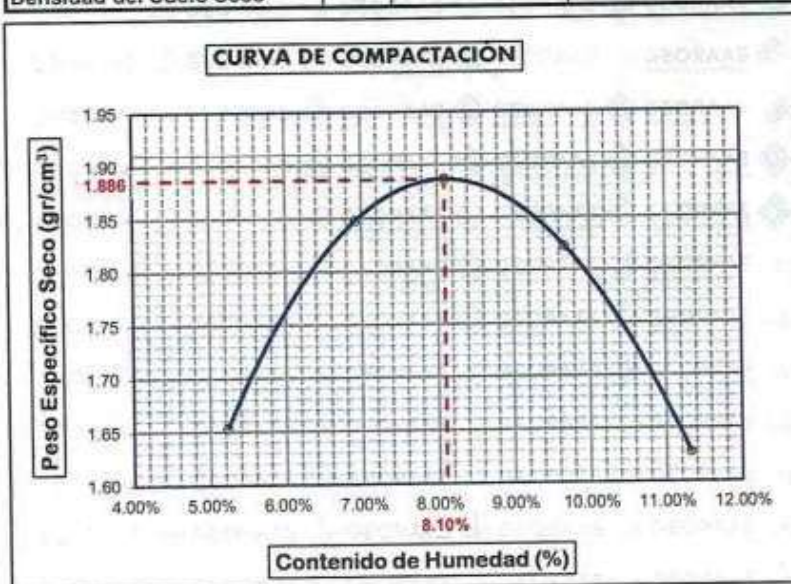
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10231	10734	10783	10385
Peso del Molde	gr.	6525	6525	6525	6525
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3706	4209	4258	3860
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.740	1.976	1.999	1.812

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.51	246.38	365.27	321.82
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.48	234.83	339.41	296.01
Peso del Agua	gr.	7.03	11.55	25.86	25.81
Peso de la Capsula	gr.	74.00	68.00	72.00	68.00
Peso del Suelo Seco	gr.	134.48	166.83	267.41	228.01
% de Humedad	%	5.23%	6.92%	9.67%	11.32%
Promedio de Humedad	%	5.23%	6.92%	9.67%	11.32%
Densidad del Suelo Seco	%	1.653	1.848	1.823	1.628



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	1.886
HUMEDAD OPTIMA	8.10%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	-
HUMEDAD OPTIMA	-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	-
Material fino < N° 4	-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código: FRM_OR_EM_304
				Versión: V.01
				Aprobado: GO_OR
				Página: 2 de 3
SOLICITANTE:	Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI			FECHA MUESTREO: 24/03/2025
PROYECTO:	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE			MUESTREO POR: H. J. N. M.
UBICACIÓN:	AZÁNGARO			ENSAYADO POR: J. C. I. C.
MUESTRA:	CALICATA 1			TIPO DE MATERIAL: SUELO NATURAL + 9% CASCARA DE CEBADA
PROGRESIVA:	KM 0+750 - 1+750			FECHA EXPEDICIÓN: 30/03/2025

COMPACTACION						
	DENSIDAD MÁXIMA		1.385	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10%
Molde N°	17		25	40		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12463	12572	12295	12241	12251	12673
Peso de molde (g)	7884	8258	7683	8039	7732	8321
Peso del suelo húmedo (g)	4779	4317	4602	4202	4519	4352
Volumen del molde (cm³)	2142	2249	2145	2262	2144	2118
Densidad húmeda (g/cm³)	2.231	1.820	2.145	1.858	2.106	2.055
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.72	341.80	235.57	344.48	294.51	523.08
Peso suelo seco + tara (g)	183.98	328.51	222.74	318.21	279.31	489.81
Peso de tara (g)	37.58	37.72	39.62	39.08	72.39	72.14
Peso de agua (g)	10.74	33.20	12.83	26.27	15.20	33.27
Peso de suelo seco (g)	146.4	290.8	183.7	279.1	206.9	417.7
Contenido de humedad (%)	7.34	11.45	6.98	9.41	7.35	7.97
Densidad seca (g/cm³)	2.079	1.722	2.005	1.698	1.964	1.903

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	1.00
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	2.00
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	3.00
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	3.00

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 54				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
				Dial (div)	kg	%		Dial (div)	kg	%		Dial (div)	kg	%
mm	in	kg/cm2												
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			83.7				40.9				34.6		
1.270	0.050			143.2				67.0				40.9		
1.905	0.075			184.1				122.5				81.8		
2.540	0.100	70.5		223.2	251.1	17.7		156.2	164.0	11.6		102.7	107.3	7.5
3.810	0.150			256.7				245.7				154.0		
5.080	0.200	105.7		302.2	495.3	23.2		318.1	307.2	14.4		194.2	195.6	9.2
6.350	0.250			304.1				359.0				238.5		
7.620	0.300			354.5				401.8				238.8		
10.160	0.400			555.6				468.7				271.2		

OBSERVACIONES

ELABORADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

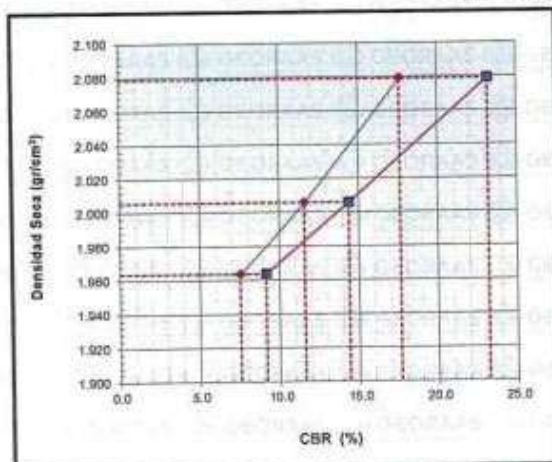


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	24/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
MUESTRA	CALICATA 1		
PROGRESIVA	KM 0+750 - 1+750		

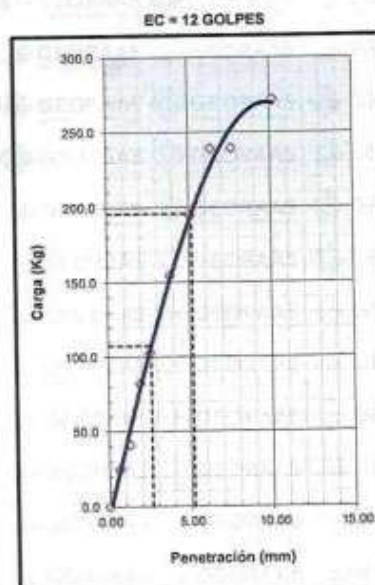
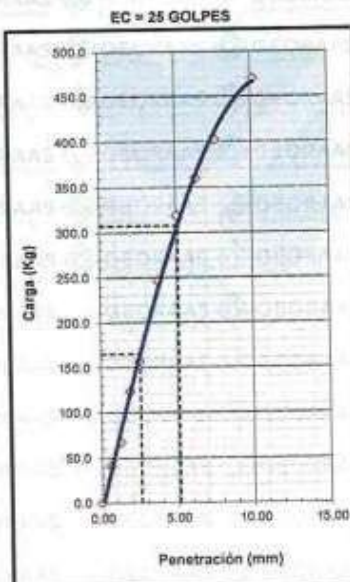
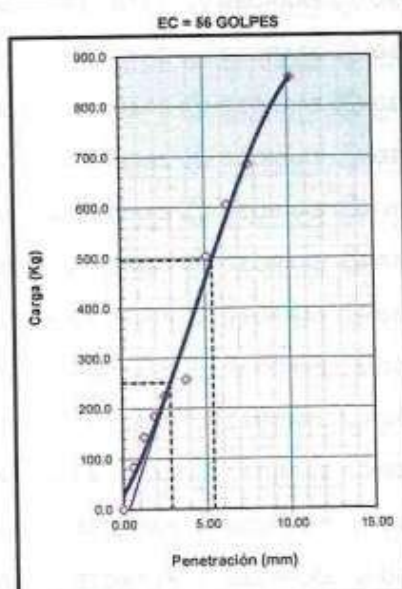
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.886
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.10%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.792
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	17.7	0.2"	23.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	11.6	0.2"	14.4

RESULTADOS CBR a 0.1": = 17.7 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 11.6 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V.B. CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

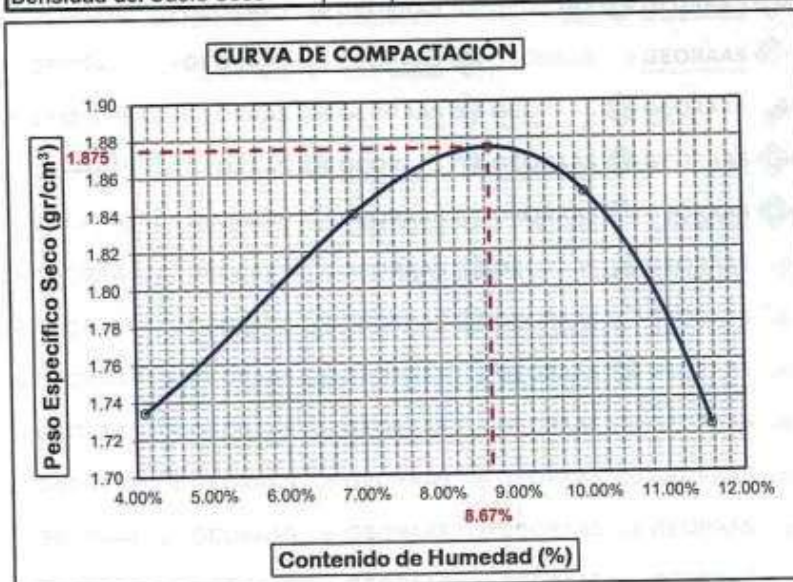
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS. ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10371	10714	10858	10625
Peso del Molde	gr.	6525	6525	6525	6525
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3846	4189	4333	4100
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.806	1.967	2.034	1.925

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	214.52	246.18	366.14	323.62
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	209.13	234.71	339.42	296.40
Peso del Agua	gr.	5.39	11.47	26.72	27.22
Peso de la Capsula	gr.	78.00	68.00	70.00	61.00
Peso del Suelo Seco	gr.	131.13	166.71	269.42	235.40
% de Humedad	%	4.11%	6.88%	9.92%	11.56%
Promedio de Humedad	%	4.11%	6.88%	9.92%	11.56%
Densidad del Suelo Seco	%	1.734	1.840	1.851	1.725



DATOS OBTENIDOS
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
1.875
HUMEDAD OPTIMA
8.67%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
-
HUMEDAD OPTIMA
-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	:-
Material fino < N° 4	:-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código: FRM_GR_EM_204 Versión: V.01 Aprobado: GG GR Página: 2 de 3
SOLICITANTE: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO: 24/03/2025	
PROYECTO: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR: H. J. N. M.	
	ENSAYADO POR: J. C. I. C.	
	TIPO DE MATERIAL: SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA	
UBICACIÓN: AZANDARO	FECHA EXPEDICIÓN: 26/03/2025	
MUESTRA: CALICATA 1		
PROGRESIVA: KM 1+800 - Z+750		

COMPACTACION						
	DENSIDAD MÁXIMA		1.875		HUMEDAD ÓPTIMA (%)	
					6.67%	
Molde N°	17		25		40	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	58		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12462		12545		12234	
Peso de molde (g)	7688		8260		8023	
Peso del suelo húmedo (g)	4774		4285		4211	
Volumen del molde (cm³)	2154		2251		2134	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.216		1.904		2.105	
Tara (N°)	11		15		7	
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.63		361.42		294.33	
Peso suelo seco + tara (g)	183.82		328.57		279.42	
Peso de tara (g)	37.71		37.49		72.23	
Peso de agua (g)	10.81		32.65		14.91	
Peso de suelo seco (g)	148.1		291.1		207.2	
Contenido de humedad (%)	7.40		11.29		7.20	
Densidad seca (g/cm³)	2.064		1.711		1.964	

EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%		mm	%
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00	
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00		
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00		
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00		

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			87.3				42.7				25.6		
1.270	0.050			149.4				69.6				42.7		
1.905	0.075			192.1				128.0				65.4		
2.540	0.100	70.5		232.6	261.9	18.4		163.0	172.0	12.1		107.1	111.9	7.9
3.810	0.150			267.7				256.3				160.6		
5.080	0.200	105.7		523.8	516.6	24.2		331.7	320.4	15.0		202.5	204.1	9.6
6.350	0.250			630.1				374.4				248.7		
7.620	0.300			713.9				419.0				249.1		
10.160	0.400			892.4				488.9				282.9		

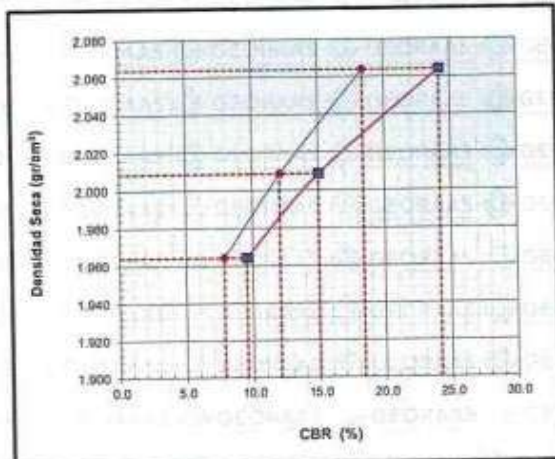
OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR: Jonathan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	APROBADO POR:
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	



ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM_
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 24/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

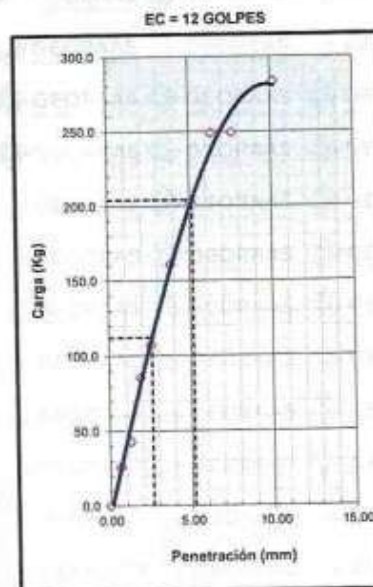
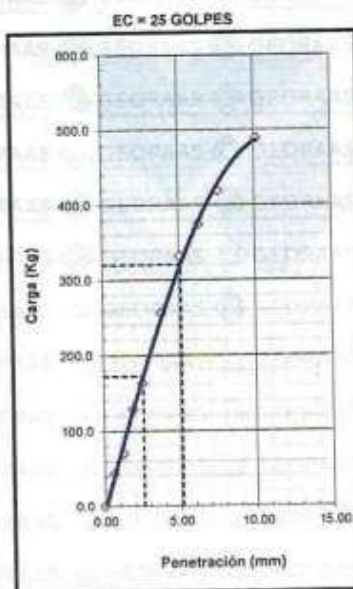
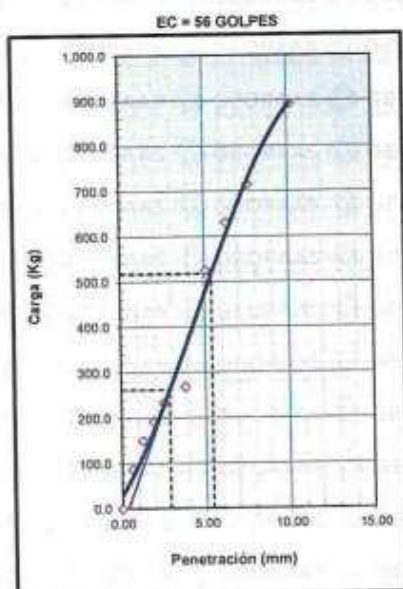
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.875
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.87%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.781
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.4	0.2"	24.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	12.1	0.2"	15.0

RESULTADOS CBR a 0.1": = 18.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.1 (%)



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V. B. Control
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

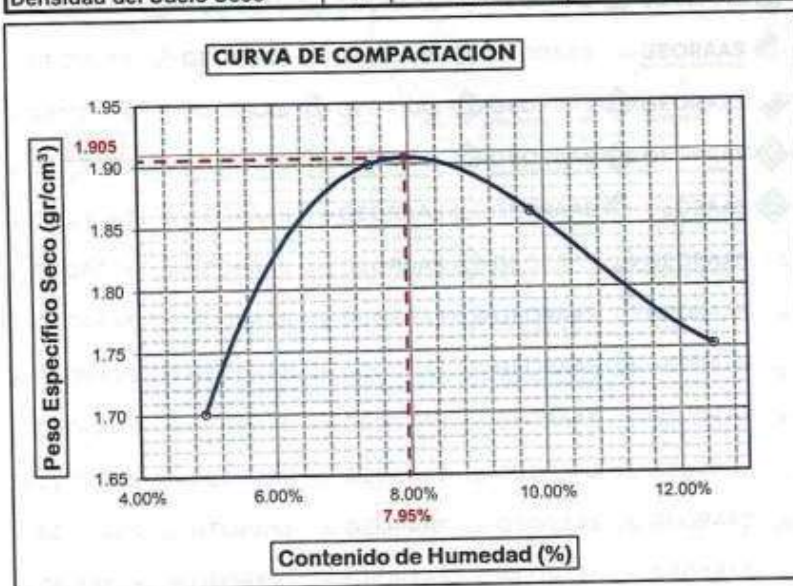
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10328	10872	10878	10724
Peso del Molde	gr.	6525	6525	6525	6525
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	3803	4347	4353	4199
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.765	2.041	2.044	1.971

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.23	248.44	365.36	323.17
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.51	234.75	339.01	294.72
Peso del Agua	gr.	6.72	11.69	26.35	28.45
Peso de la Capsula	gr.	73.00	77.00	70.00	67.00
Peso del Suelo Seco	gr.	135.51	157.75	269.01	227.72
% de Humedad	%	4.96%	7.41%	9.80%	12.49%
Promedio de Humedad	%	4.96%	7.41%	9.80%	12.49%
Densidad del Suelo Seco	%	1.701	1.900	1.861	1.752



DATOS OBTENIDOS
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
1.905
HUMEDAD OPTIMA
7.95%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
-
HUMEDAD OPTIMA
-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	:-
Material fino < N° 4	:-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Incacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 378696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_304
				Versión	V.01
				Aprobado	GG_GR
				Página	2 de 3
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI			FECHA MUESTREO	: 24/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE			MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
				ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
				TIPO DE MATERIAL	
				SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA	
UBICACIÓN	: AZANGARO			FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3				
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600				

COMPACTACIÓN						
DENSIDAD MÁXIMA			HUMEDAD ÓPTIMA (%)			
1.905			7.95%			
Molde N°	17	25	40			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12470	12564	12271	12268	12225	12676
Peso de molde (g)	7653	8233	7645	8032	7740	8311
Peso del suelo húmedo (g)	4817	4331	4626	4236	4485	4365
Volumen del molde (cm³)	2123	2228	2151	2241	2144	2129
Densidad húmeda (g/cm³)	2.269	1.944	2.151	1.890	2.092	2.041
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.92	361.41	235.62	344.19	294.45	523.53
Peso suelo seco + tara (g)	183.64	328.88	222.77	318.51	279.37	488.12
Peso de tara (g)	37.58	37.48	39.15	38.92	72.08	72.58
Peso de agua (g)	11.08	32.53	12.85	25.68	15.08	34.41
Peso de suelo seco (g)	146.3	291.4	183.6	279.6	207.3	416.5
Contenido de humedad (%)	7.57	11.16	7.00	9.18	7.27	8.26
Densidad seca (g/cm³)	2.109	1.749	2.010	1.731	1.950	1.885

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
				mm	%		mm	%		mm	%	
18 03 2025	08:00	0'	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	0.300	0.300	0.200	0.200	1.000	1.000	
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
			mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			89.3				43.7				26.2		
1.270	0.050			152.8				71.5				43.7		
1.905	0.075			196.5				131.0				87.3		
2.540	0.100	70.5		238.2	267.9	18.8		166.7	176.0	12.4		106.6	114.5	8.1
3.810	0.150			273.9				262.2				164.4		
5.080	0.200	105.7		536.0	528.6	24.8		339.4	327.9	15.4		207.2	208.8	9.8
6.350	0.250			644.7				363.1				254.5		
7.620	0.300			730.5				428.8				264.9		
10.160	0.400			913.1				500.2				289.4		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jonathan Carlos Inocencio Coaguila Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

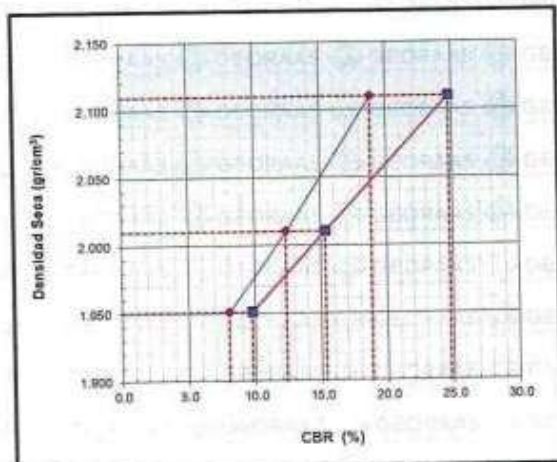


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	24/05/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	28/03/2025
MUESTRA	CALICATA 3		
PROGRESIVA	KM 2+800 - 3+600		

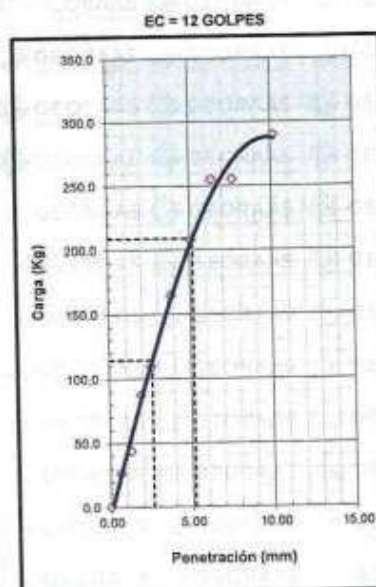
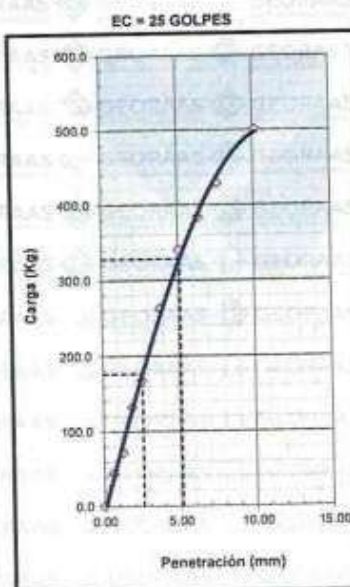
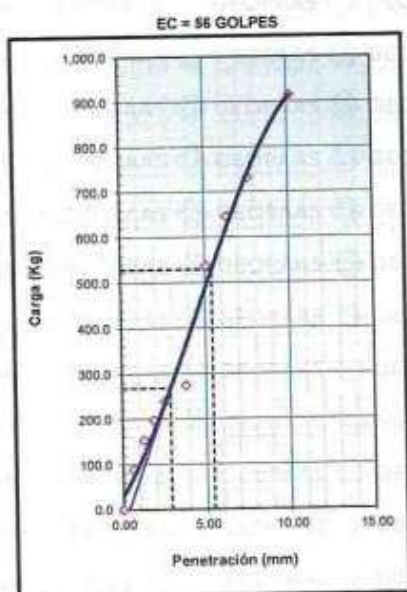
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.905
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.95%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.810
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	18.8	0.2"	24.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	12.4	0.2"	15.4

RESULTADOS CBR a 0.1": = 18.8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.4 (%)



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenti Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V. B. CONTR.
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

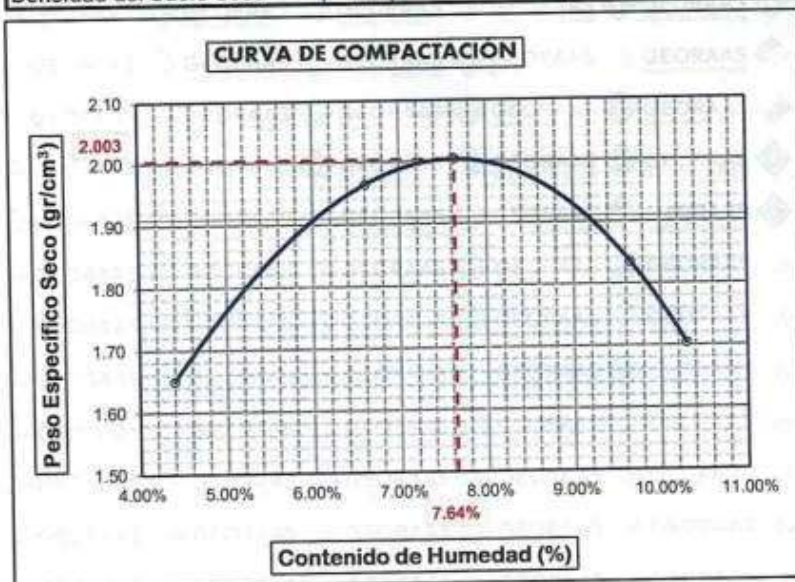
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10194	10985	10810	10528
Peso del Molde	gr.	6525	6525	6525	6525
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3669	4460	4285	4003
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.723	2.094	2.012	1.879

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	215.01	245.73	364.36	321.32
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	209.72	235.15	338.27	297.12
Peso del Agua	gr.	5.79	10.58	26.09	24.20
Peso de la Capsula	gr.	78.00	75.00	68.00	62.00
Peso del Suelo Seco	gr.	131.72	160.15	270.27	235.12
% de Humedad	%	4.40%	6.61%	9.65%	10.29%
Promedio de Humedad	%	4.40%	6.61%	9.65%	10.29%
Densidad del Suelo Seco	%	1.650	1.964	1.835	1.704



DATOS OBTENIDOS
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
2.003
HUMEDAD OPTIMA
7.64%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)
-
HUMEDAD OPTIMA
-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	:-
Material fino < N° 4	:-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incauri Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código: FRM_GR_EI_M_304 Versión: V.01 Aprobado: GG_GR Página: 2 de 3
SOLICITANTE: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO: 24/03/2025	
PROYECTO: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR: H. J. N. M.	
	ENSAYADO POR: J. C. I. C.	
	TIPO DE MATERIAL:	
	SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA	
UBICACIÓN: AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN: 26/03/2025	
MUESTRA: CALICATA 1		
PROGRESIVA: KM 0+750 - 1+750		

COMPACTACIÓN						
	DENSIDAD MÁXIMA	2.003	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	7.64%		
Molde N°	17	25	40			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	26	26	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12478	12562	12291	12262	12264	12679
Peso de molde (g)	7664	8260	7641	8031	7786	8374
Peso del suelo húmedo (g)	4814	4322	4640	4231	4478	4305
Volumen del molde (cm³)	2142	2255	2169	2255	2132	2154
Densidad húmeda (g/cm³)	2.247	1.917	2.139	1.876	2.100	1.995
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.71	361.65	235.94	344.41	294.52	523.19
Peso suelo seco + tara (g)	183.63	328.38	222.47	318.11	279.41	489.61
Peso de tara (g)	37.34	37.17	39.01	39.32	72.17	72.34
Peso de agua (g)	11.08	33.28	13.27	26.30	15.11	33.58
Peso de suelo seco (g)	146.4	291.2	183.7	278.8	207.2	417.2
Contenido de humedad (%)	7.57	11.43	7.23	9.43	7.29	8.05
Densidad seca (g/cm³)	2.089	1.720	1.995	1.715	1.958	1.852

EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%			mm	%			mm	%
18-03-2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	
19-03-2025	08:00	24	1	0.800	0.800	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00	
20-03-2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00	
21-03-2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00	
22-03-2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00	

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN	mm	in	CARGA	MOLDE N° 56			MOLDE N° 25			MOLDE N° 12			%
			STAND. kg/cm²	CARGA	CORRECCIÓN	%	CARGA	CORRECCIÓN	%	CARGA	CORRECCIÓN	%	
				Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	Dial (div)	kg	kg	
0.000	0.000			0.0			0.0			0.0			
0.625	0.025			100.8			40.3			29.6			
1.270	0.050			172.5			80.6			49.3			
1.905	0.075			221.8			147.8			98.8			
2.540	0.100	70.5		265.6	202.4	21.3	188.2	198.8	14.0	123.6	129.2	9.1	
3.810	0.150			309.1			295.9			185.5			
5.080	0.200	105.7		604.8	596.5	28.0	383.0	370.0	17.3	233.9	235.8	11.0	
6.350	0.250			727.6			432.3			287.3			
7.620	0.300			824.3			483.8			297.6			
10.180	0.400			1030.4			564.5			326.6			

OBSERVACIONES :-

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incajari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

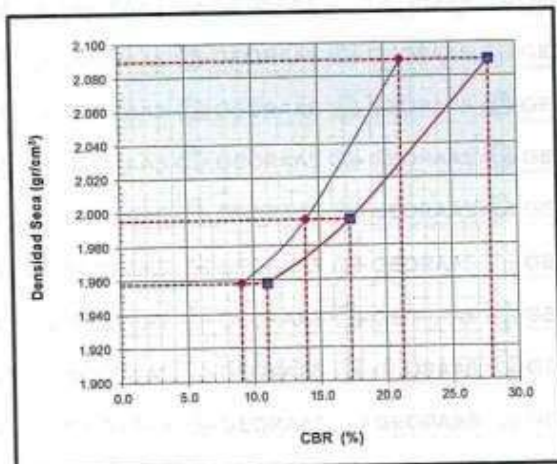


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	24/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
MUESTRA	CALICATA 1		
PROGRESIVA	KM 0+750 - 1+750		

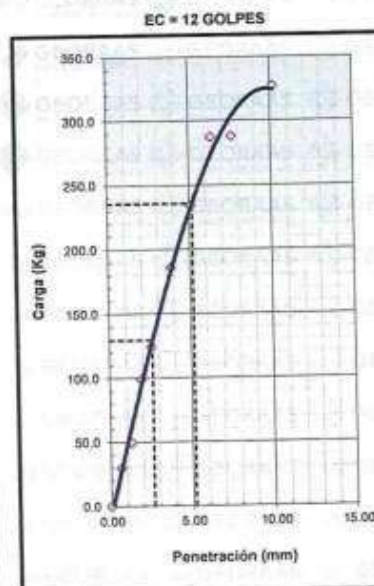
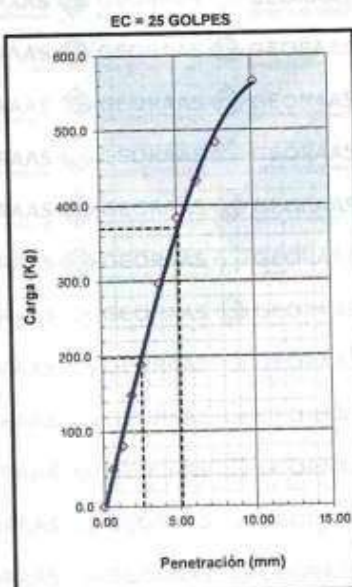
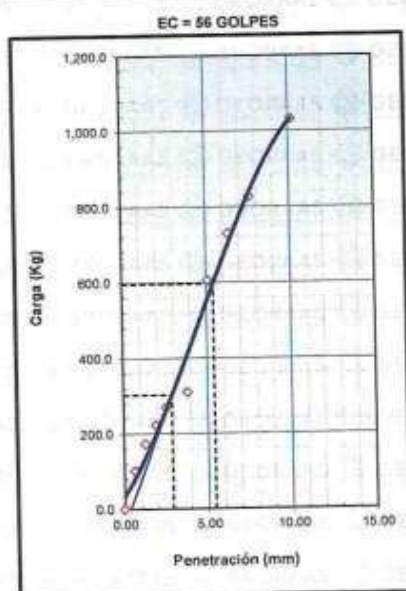
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.003
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.64%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.903
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	21.3	0.2"	28.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	14.0	0.2"	17.3

RESULTADOS CBR a 0.1": = 21.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.0 (%)



OBSERVACIONES : +

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

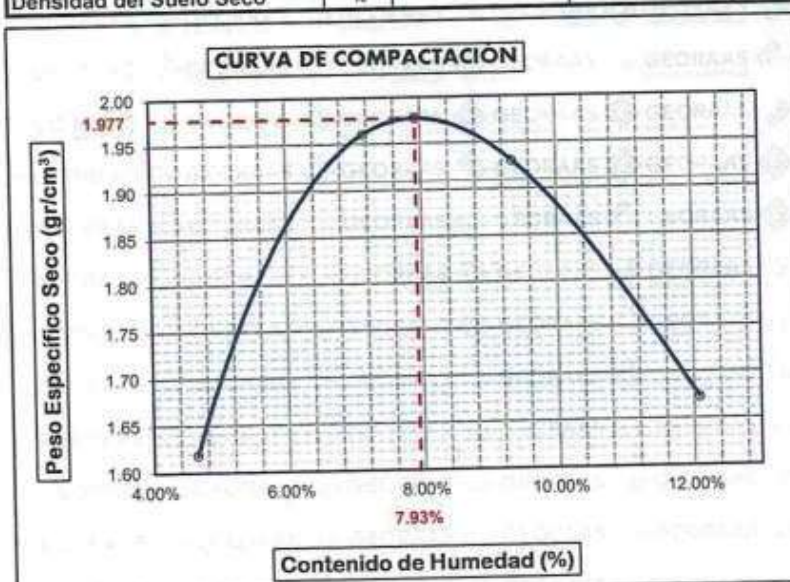
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2		
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10132	10999	11021	10518
Peso del Molde	gr.	6525	6525	6525	6525
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3607	4474	4496	3993
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.693	2.100	2.111	1.875

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	214.69	246.35	366.09	324.65
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.54	234.85	340.69	296.23
Peso del Agua	gr.	6.15	11.50	25.40	28.42
Peso de la Capsula	gr.	76.00	74.00	69.00	61.00
Peso del Suelo Seco	gr.	132.54	160.85	271.69	235.23
% de Humedad	%	4.64%	7.15%	9.35%	12.08%
Promedio de Humedad	%	4.64%	7.15%	9.35%	12.08%
Densidad del Suelo Seco	%	1.618	1.960	1.930	1.673



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	1.977
HUMEDAD ÓPTIMA	7.93%

CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	-
HUMEDAD ÓPTIMA	-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	:-
Material fino < N° 4	:-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES		RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)		Código	FRM_GR_EM_384
				Versión	V.01
				Aprobado	GG_GR
				Página	2 de 3
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEF NINA MAMAN			FECHA MUESTREO	: 24/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE			MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
				ENSAYADO POR	: J. C. I. G.
				TIPO DE MATERIAL	
				SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA	
UBICACIÓN	: AZANGARO			FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2				
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750				

COMPACTACION						
DENSIDAD MÁXIMA			HUMEDAD ÓPTIMA (%)			
1.977			7.92%			
Molde N°	17	25	40			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12464	12562	12293	12231	12228	12666
Peso de molde (g)	7648	8261	7661	8063	7717	8314
Peso del suelo húmedo (g)	4816	4311	4632	4168	4511	4372
Volumen del molde (cm³)	2160	2242	2155	2261	2139	2142
Densidad húmeda (g/cm³)	2.230	1.923	2.149	1.843	2.109	2.041
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.84	361.61	235.44	344.47	294.58	523.49
Peso suelo seco + tara (g)	183.54	326.34	222.72	318.51	279.62	469.37
Peso de tara (g)	37.37	37.66	39.36	39.29	72.27	72.29
Peso de agua (g)	11.30	33.27	12.72	25.96	14.96	34.12
Peso de suelo seco (g)	146.2	290.7	183.3	279.2	207.4	417.1
Contenido de humedad (%)	7.73	11.45	6.94	9.30	7.21	8.18
Densidad seca (g/cm³)	2.078	1.725	2.010	1.687	1.967	1.887

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18 03 2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19 03 2025	08:00	24	1	0.600	0.600	0.300	0.300	1.500	0.200	0.200	1.000
20 03 2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.500	0.700	3.800	0.400	0.400	2.000
21 03 2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.000	0.900	4.500	0.600	0.600	3.000
22 03 2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.000	0.900	4.500	0.600	0.600	3.000

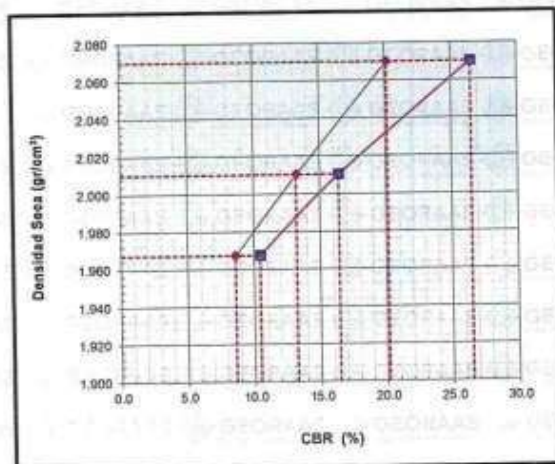
PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			95.6				46.8				26.1		
1.270	0.050			163.6				76.5				46.5		
1.905	0.075			210.4				140.3				90.5		
2.540	0.100	70.5		255.0	266.8	20.2		178.5	188.4	13.2		117.3	122.6	8.6
3.810	0.150			293.3				280.7				176.0		
5.080	0.200	105.7		573.8	565.8	26.5		363.4	351.0	16.5		221.9	223.5	10.5
6.350	0.250			660.2				410.1				272.4		
7.620	0.300			782.0				490.0				272.9		
10.160	0.400			977.5				536.5				302.8		

OBSERVACIONES :-

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

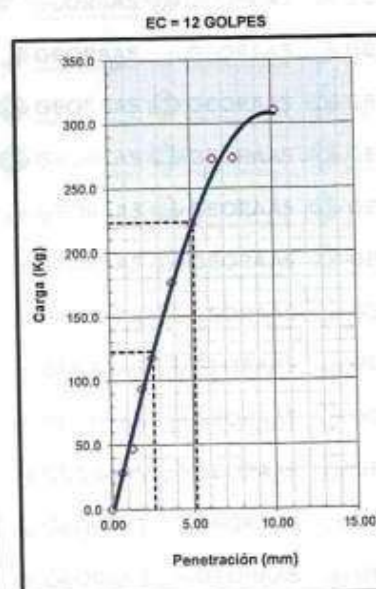
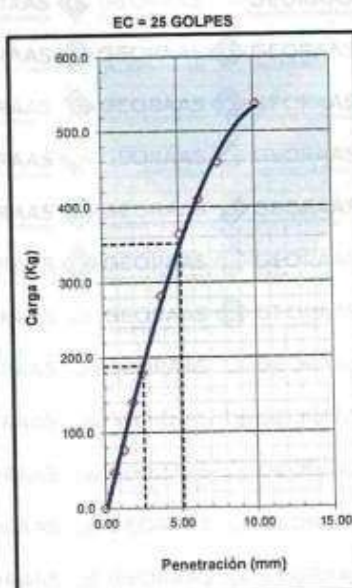
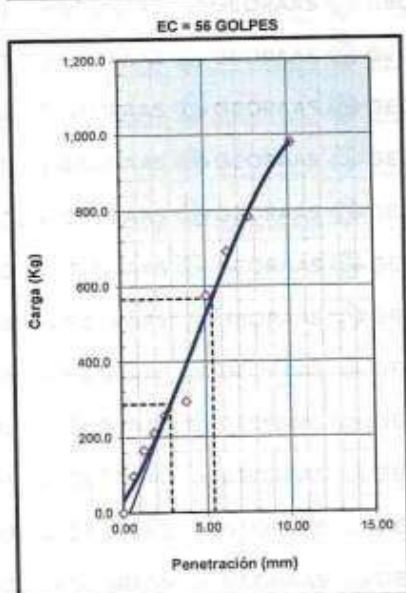
ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 24/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2		
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

CAPACIDAD DE SOPORTE

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.977
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.93%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.878
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	20.2	0.2"	26.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	13.2	0.2"	16.5

RESULTADOS CBR a 0.1": = 20.2 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13.2 (%)



OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Incaori Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308698 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ESPECIALISTA	



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

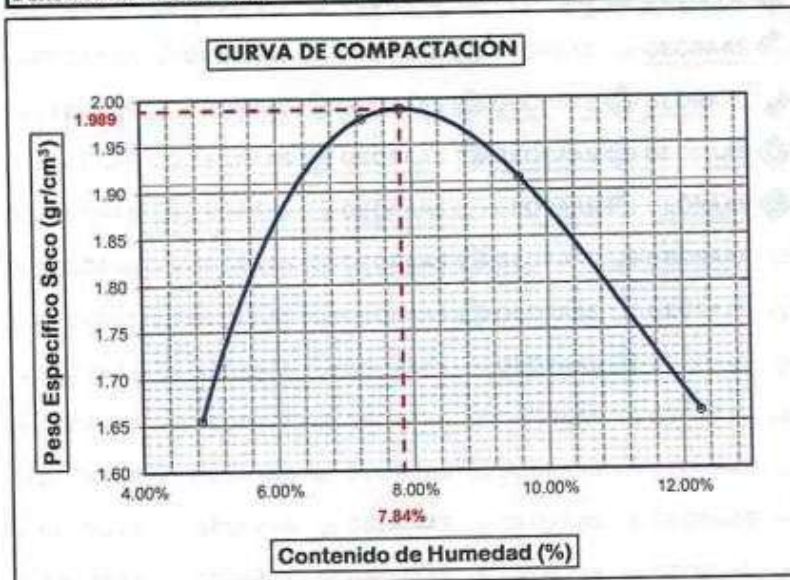
ENSAYO DE MATERIALES	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-698 D-1557 / AASHTO T-99 T-180)	Código	FRM_GR_EM_302
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 3

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 13/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600		

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³	MÉTODO	: ASTM D - 1557
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 25 golpes		MODIFICADO "C"

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10226	11050	10997	10503
Peso del Molde	gr.	6530	6530	6530	6530
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3696	4520	4467	3973
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.735	2.122	2.097	1.865

Capsula No	No	TA-03	TA-03	TA-02	TA-01
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	214.78	246.51	365.38	323.32
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	208.34	234.69	339.25	295.11
Peso del Agua	gr.	6.44	11.82	26.13	28.21
Peso de la Capsula	gr.	76.00	72.00	67.00	65.00
Peso del Suelo Seco	gr.	132.34	162.69	272.25	230.11
% de Humedad	%	4.87%	7.27%	9.60%	12.26%
Promedio de Humedad	%	4.87%	7.27%	9.60%	12.26%
Densidad del Suelo Seco	%	1.655	1.978	1.914	1.662



DATOS OBTENIDOS	
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	1.989
HUMEDAD OPTIMA	7.84%
CORREGIDO DENSIDAD MÁXIMA (g/cm ³)	-
HUMEDAD OPTIMA	-

DATOS DE LA GRANULOMETRÍA	
Material > N° 4	-
Material fino < N° 4	-

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Ingeniero Carlos Inacasi Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código: FRM_GR_EM_304 Versión: V.01 Aprobado: GG_GH Página: 2 de 3
SOLICITANTE: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO: 24/03/2025	
PROYECTO: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR: H. J. N. M.	
	ENSAYADO POR: J. C. I. C.	
	TIPO DE MATERIAL:	
	SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA	
UBICACIÓN: AZANGARO	FECHA EXPEDICIÓN: 26/03/2025	
MUESTRA: CALICATA 3		
PROGRESIVA: KM 3+800 - 3+600		

COMPACTACION						
DENSIDAD MÁXIMA			HUMEDAD ÓPTIMA (%)			
1.989			7.84%			
Molde N°	17	25	40			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12471	12569	12278	12265	12255	12692
Peso de molde (g)	7568	8250	7948	8036	7761	8361
Peso del suelo húmedo (g)	4813	4319	4630	4229	4494	4331
Volumen del molde (cm³)	2151	2242	2157	2264	2149	2147
Densidad húmeda (g/cm³)	2.238	1.926	2.146	1.868	2.091	2.017
Tara (N°)	11	15	21	8	7	18
Peso suelo húmedo + tara (g)	194.48	361.66	235.74	344.41	294.47	523.38
Peso suelo seco + tara (g)	183.62	328.70	222.41	318.64	279.24	489.62
Peso de tara (g)	37.45	37.62	39.33	39.24	72.31	72.46
Peso de agua (g)	10.86	32.96	13.33	25.77	15.23	33.76
Peso de suelo seco (g)	146.2	291.2	183.1	279.4	206.9	417.2
Contenido de humedad (%)	7.43	11.32	7.28	9.22	7.36	8.09
Densidad seca (g/cm³)	2.083	1.731	2.001	1.710	1.948	1.866

EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%			mm	%			mm	%
18.03.2025	08:00	0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	
19.03.2025	08:00	24	1	0.600	0.600	3.00	0.300	0.300	1.50	0.200	0.200	1.00	
20.03.2025	08:00	48	2	0.900	0.900	4.50	0.700	0.700	3.50	0.400	0.400	2.00	
21.03.2025	08:00	72	3	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00	
22.03.2025	08:00	96	4	1.200	1.200	6.00	0.900	0.900	4.50	0.600	0.600	3.00	

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN		CARGA STAND.	MOLDE N° 56				MOLDE N° 25				MOLDE N° 12			
			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000			0.0				0.0				0.0		
0.635	0.025			97.2				47.5				28.5		
1.270	0.050			166.3				77.8				47.5		
1.905	0.075			213.8				142.6				95.0		
2.540	0.100	70.5		259.2	291.6	20.5		181.4	191.6	13.5		119.2	124.6	8.8
3.810	0.150			298.1				285.3				178.8		
5.080	0.200	105.7		583.2	575.2	27.0		369.4	356.8	16.7		225.5	227.2	10.6
6.350	0.250			701.6				416.9				276.9		
7.620	0.300			794.9				466.6				277.3		
10.160	0.400			993.6				544.3				314.9		

OBSERVACIONES : -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308896 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC UNIDAD DE CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	

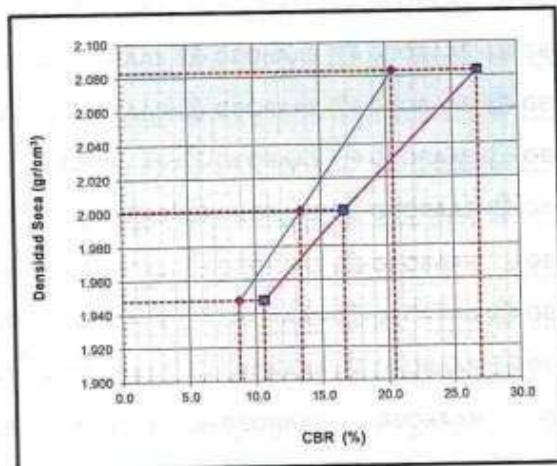


GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D-1883 / MTC E 132)	Código	FRM_GR_EM
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 3
SOLICITANTE	Sr. HENRY JOSEF NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	24/03/2025
PROYECTO	TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	26/03/2025
MUESTRA	CALICATA 3		
PROGRESIVA	KM 2+800 - 3+600		

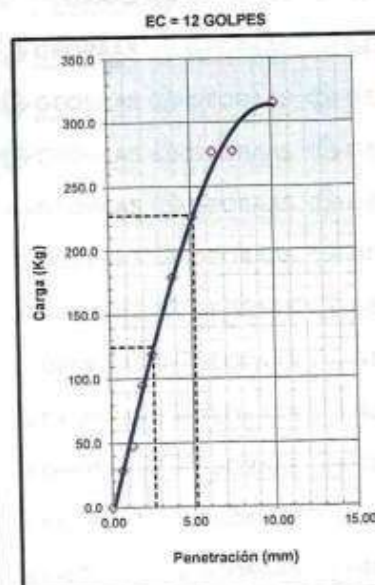
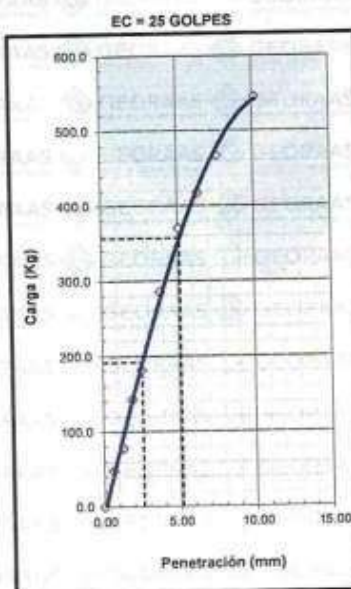
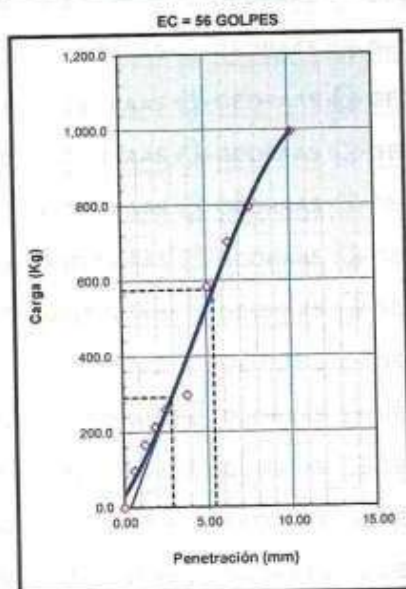
CAPACIDAD DE SOPORTE



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.989
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.84%
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.889
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	20.5	0.2"	27.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	13.5	0.2"	18.7

RESULTADOS CBR a 0.1": = 20.5 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13.5 (%)



OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
MUESTRA	: CALICATA 1	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

Nº	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	90.68
2	SUELO SECO + TARRO	gr	84.24
3	PESO DEL TARRO	gr	26.08
4	PESO DEL AGUA	gr	6.44
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	58.16
	HUMEDAD %	%	11.07

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incaurri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. V-B
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LÍQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424	Código	FRM_GR_EM_301
	D-4318)	Versión	V.01
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	: H. J. N. M.
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
MUESTRA	: CALICATA 1	TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750	FECHA EXPEDICIÓN	: 25/03/2025

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	35.65	34.52	31.93
SUELO SECO + TARRO	gr	33.44	33.23	30.91
PESO DEL TARRO	gr	27.59	28.49	27.64
PESO DEL AGUA	gr	2.21	1.29	1.02
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.85	4.74	3.27
HUMEDAD %	%	37.78	27.22	31.19
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
22.42	20.61
20.85	19.25
12.28	12.53
1.57	1.36
8.57	6.72
18.32	20.24

LÍMITE LÍQUIDO % : 31.64

LÍMITE PLÁSTICO % : 19.28

ÍNDICE PLÁSTICO % : 12.37

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 UNIDAD DE CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código Versión Aprobado Página	FRM_GR_EM_104 V.01 GG_GR 1 de 2
----------------------	---	---	--

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2		
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	89.82
2	SUELO SECO + TARRO	gr	83.63
3	PESO DEL TARRO	gr	26.12
4	PESO DEL AGUA	gr	6.19
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	57.51
	HUMEDAD %	%	10.76

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Shapalay Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC Cusco
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA	
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.64	31.89	32.43
SUELO SECO + TARRO	gr	33.06	30.74	31.38
PESO DEL TARRO	gr	27.91	27.65	27.71
PESO DEL AGUA	gr	1.58	1.15	1.05
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.15	3.09	3.67
HUMEDAD %	%	30.68	37.22	28.61
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
20.67	21.65
19.56	20.36
13.54	13.56
1.11	1.29
6.02	6.80
18.44	18.97

LÍMITE LIQUIDO % : 31.73

LÍMITE PLÁSTICO % : 18.70

ÍNDICE PLÁSTICO % : 13.03

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenti Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL V.B.
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO		SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	89.51
2	SUELO SECO + TARRO	gr	83.62
3	PESO DEL TARRO	gr	26.32
4	PESO DEL AGUA	gr	5.89
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	57.30
	HUMEDAD %	%	10.28

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhoan Carlos Inocencio Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 3% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 3		
PROGRESIVA	: KM 2+800 - 3+600		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.65	33.78	31.83
SUELO SECO + TARRO	gr	30.27	30.86	29.55
PESO DEL TARRO	gr	22.52	21.94	22.61
PESO DEL AGUA	gr	2.38	2.92	2.28
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.75	8.92	6.94
HUMEDAD %	%	30.71	32.74	32.85
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
23.36	22.68
21.85	21.35
14.25	13.96
1.51	1.33
7.60	7.39
19.87	18.00

LÍMITE LIQUIDO % : 31.57

LÍMITE PLÁSTICO % : 18.93

ÍNDICE PLÁSTICO % : 12.64

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaoari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 UNIDAD DE CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código Versión Aprobado Página	FRM_GR_EM_104 V.01 GG_GR 1 de 2
----------------------	---	---	--

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JOSEPH NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	87.64
2	SUELO SECO + TARRO	gr	82.31
3	PESO DEL TARRO	gr	25.48
4	PESO DEL AGUA	gr	5.33
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	56.83
	HUMEDAD %	%	9.38

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inecari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 28/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 1		
PROGRESIVA	: KM 0+750 - 1+750		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	31.48	30.68	32.86
SUELO SECO + TARRO	gr	29.08	28.44	30.28
PESO DEL TARRO	gr	21.55	21.42	21.49
PESO DEL AGUA	gr	2.40	2.24	2.58
PESO DEL SUELO SECO	gr	7.53	7.02	8.79
HUMEDAD %	%	31.87	31.91	29.35
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
21.94	22.87
20.63	21.56
14.62	14.66
1.31	1.31
6.01	6.90
21.80	18.99

LÍMITE LIQUIDO % : 30.61

LÍMITE PLÁSTICO % : 20.39

ÍNDICE PLÁSTICO % : 10.22

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenci Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC V. B.
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código Versión Aprobado Página	FRM_GR_EM_104 V.01 GG_GR 1 de 2
----------------------	---	---	--

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA	
MUESTRA	: CALICATA 2	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	88.72
2	SUELO SECO + TARRO	gr	83.23
3	PESO DEL TARRO	gr	26.87
4	PESO DEL AGUA	gr	5.49
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	56.36
	HUMEDAD %	%	9.74

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jhonatan Carlos Inescari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gámez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL

**GEORAAS**
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LÍQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	: SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
UBICACIÓN	: AZÁNGARO	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
MUESTRA	: CALICATA 2		
PROGRESIVA	: KM 1+800 - 2+750		

LÍMITE LÍQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.71	33.49	32.71
SUELO SECO + TARRO	gr	33.25	32.57	31.76
PESO DEL TARRO	gr	28.64	29.61	28.55
PESO DEL AGUA	gr	1.46	0.92	0.95
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.61	2.96	3.21
HUMEDAD %	%	31.67	31.08	29.60
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
19.79	22.32
18.55	20.85
12.81	13.08
1.24	1.47
5.74	7.77
21.60	18.92

LÍMITE LÍQUIDO % : 30.34

LÍMITE PLÁSTICO % : 20.26

ÍNDICE PLÁSTICO % : 10.08

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108	Código	FRM_GR_EM_104
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREADO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZANGARO		SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 26/03/2025
PROGRESIVA	: KM 3+800 - 3+600		

N°	DESCRIPCION	UND	PESO
1	SUELO HUMEDO + TARRO	gr	88.22
2	SUELO SECO + TARRO	gr	82.93
3	PESO DEL TARRO	gr	27.02
4	PESO DEL AGUA	gr	5.29
5	PESO DEL SUELO SECO	gr	55.91
	HUMEDAD %	%	9.46

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Carlos Incacari Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 V° B° CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

ENSAYO DE MATERIALES	LÍMITE LIQUIDO - PLÁSTICO (ASTM - D424 D-4318) ÍNDICE DE PLASTICIDAD (AASHTO - T90)	Código	FRM_GR_EM_301
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 2

SOLICITANTE	: Sr. HENRY JHOSEP NINA MAMANI	FECHA MUESTREO	: 07/03/2025
PROYECTO	: TESIS: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA SUBRASANTE	MUESTREO POR	: H. J. N. M.
		ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
		TIPO DE MATERIAL	
UBICACIÓN	: AZANGARO	SUELO NATURAL + 7% CASCARA DE CEBADA	
MUESTRA	: CALICATA 3	FECHA EXPEDICIÓN	: 29/03/2025
PROGRESIVA	: KM 3+800 - 3+600		

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		T-04	T-10	T-19
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	32.82	33.44	33.32
SUELO SECO + TARRO	gr	30.83	31.21	31.09
PESO DEL TARRO	gr	24.46	23.94	24.23
PESO DEL AGUA	gr	1.99	2.23	2.23
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.37	7.27	6.86
HUMEDAD %	%	31.24	30.67	32.51
N° DE GOLPES	-	31	24	14

LÍMITE PLÁSTICO

T-14	T-15
23.46	22.94
21.53	21.21
12.64	12.81
1.93	1.73
8.89	8.40
21.71	20.60

LÍMITE LIQUIDO % : 30.96

LÍMITE PLÁSTICO % : 21.15

ÍNDICE PLÁSTICO % : 09.81

OBSERVACIONES: -

ELABORADO POR: Juan Carlos Incauri Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	REVISADO POR: Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	APROBADO POR: UNIDAD DE CONTROL
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 30-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: HENRY JHOSEP NINA MAMANI
Dirección: Jr. TRES DE OCTUBRE BARRIO SAN JOSE
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75609211
Teléfono: 928 998 018 email: Henryninamamani2002@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO CON LA
ADICIÓN DE CENIZA DE VEGETALES EN LA ESTABILIZACIÓN
DE SUELOS EN LA SUBRASANTE

Palabras claves, (3 a 5 términos): CENIZA DE VEGETALES, SUBRASANTE, MÁXIMA DENSIDAD SECA, ÍNDICE DE
PLASTICIDAD, CBR

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

30-12-2025

Fecha