

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estabilización de subrasantes de caminos  
vecinales en zonas tropicales con cenizas de  
malezas y cal, carretera Sandia-Alto Inambari,  
Puno 2022**

Sherley Needa Maraza Lipa

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

**A** : Gutarra Meza Felipe Néstor  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Abel Alberto Muñiz Paucarmayta

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de similitud en "Turnitin" MARAZA LIPA  
Sherley Needa

**FECHA** : 20 de Octubre de 2023

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) MARAZA LIPA Sherley Needa, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: ) SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

Abel Alberto Muñiz Paucarmayta  
Asesor de tesis

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, MARAZA LIPA, SHERLEY NEEDA, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 74045474, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "**ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022**", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

24 de Agosto de 2023.



SHERLEY NEEDA MARAZA LIPA

DNI. No. 74045474

# DPI-SMARAZA-2023-UC

## INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	2%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	<a href="https://varsom.no">varsom.no</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://www.repositorio.upla.edu.pe">www.repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://link.springer.com">link.springer.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080">repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080</a> Fuente de Internet	<1%

10	<a href="http://rcc.cujae.edu.cu">rcc.cujae.edu.cu</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.esasafe.com">www.esasafe.com</a> Fuente de Internet	<1 %
13	Ivy Tarazona Dominguez, Vitaliano Sulca Llaccho, Gary Duran Ramirez, Gustavo Llerena Cano. "Experimental study of mechanical behavior of stabilized volcanic soil with lime", 2020 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI), 2020 Publicación	<1 %
14	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://manualzz.com">manualzz.com</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
18	Submitted to University of Sydney Trabajo del estudiante	<1 %
19	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a>	

Fuente de Internet

<1 %

20

[www.lanamme.ucr.ac.cr](http://www.lanamme.ucr.ac.cr)

Fuente de Internet

<1 %

21

Submitted to Dougherty High School

Trabajo del estudiante

<1 %

22

Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral

Trabajo del estudiante

<1 %

23

[pdfslide.net](http://pdfslide.net)

Fuente de Internet

<1 %

24

[repositorio.usel.edu.pe](http://repositorio.usel.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

25

[biblioteca.mti.gob.ni:8080](http://biblioteca.mti.gob.ni:8080)

Fuente de Internet

<1 %

26

Shu-rui Li, Zhuo-ping Duan, Lian-sheng Zhang, Zhuo-cheng Ou, Feng-lei Huang. "A melt-cast Duan-Zhang-Kim mesoscopic reaction rate model and experiment for shock initiation of melt-cast explosives", Defence Technology, 2020

Publicación

<1 %

27

[repositorio.upao.edu.pe](http://repositorio.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

28

[www.jne.gob.pe](http://www.jne.gob.pe)

Fuente de Internet

<1 %

29

[www.ugts.usb.ve](http://www.ugts.usb.ve)

Fuente de Internet

<1 %

30

[1library.co](http://1library.co)

Fuente de Internet

<1 %

31

[caelum.ucv.ve](http://caelum.ucv.ve)

Fuente de Internet

<1 %

32

[www.rlmm.org](http://www.rlmm.org)

Fuente de Internet

<1 %

33

[www.unicauca.edu.co](http://www.unicauca.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

34

GOLDER ASSOCIATES PERU S.A.. "PAP Puente de Caballetes Temporal de la Empresa Perú LNG-IGA0000144", R.D. N° 475-2009-MEM/AAE, 2021

Publicación

<1 %

35

[html.pdfcookie.com](http://html.pdfcookie.com)

Fuente de Internet

<1 %

36

[pt.scribd.com](http://pt.scribd.com)

Fuente de Internet

<1 %

37

[repositorio.unid.edu.pe](http://repositorio.unid.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

38

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %



39

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

---

40

repositorio.unj.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

## **ASESOR**

Dr. Ing. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por acompañarme y guiarme en mi titulación, por su gracia y fortalecerme en los momentos difíciles.

A mis padres y hermanas, por apoyarme incondicionalmente y ser un estímulo en mi vida.

Al Dr. Abel Alberto Muñoz Paucarmayta, por el dedicado apoyo y orientación que me brindó para hacer posible esta investigación.

A la Universidad Continental, profesores y colegas, por sus contribuciones a mi formación académica.

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo a Dios, quien me da la fuerza para continuar día a día; al Padre Jorge y a la Madre Reyna por su apoyo incondicional, paciencia y amor, quienes me han enseñado el valor del trabajo duro, sin el cual mi desarrollo académico no hubiera sido posible; a mis hermanas, quienes siempre me han brindado ternura, comprensión, paciencia, y motivación.

# ÍNDICE

<b>ASESOR</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>ÍNDICE</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xiv
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b> .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema .....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.2.1. Problema general .....	3
1.1.2.2. Problemas específicos .....	3
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1. Objetivo general .....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación e importancia .....	4
1.3.1. Justificación teórica.....	4
1.3.2. Justificación práctica .....	5
1.3.3. Justificación metodológica .....	5
1.3.4. Importancia.....	5
1.4. Delimitación.....	5
1.4.1. Delimitación conceptual.....	6
1.4.2. Delimitación espacial .....	6

1.4.3.	Delimitación temporal .....	6
1.5.	Hipótesis y descripción de variables .....	6
1.5.1.	Hipótesis general .....	6
1.5.2.	Hipótesis específicas .....	6
1.5.3.	Descripción de variables.....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....		<b>9</b>
2.1.	Antecedentes del problema .....	9
2.1.1.	Antecedentes internacionales .....	9
2.1.2.	Antecedentes nacionales.....	12
2.2.	Bases teóricas.....	14
2.2.1.	Ceniza de maleza y cal .....	14
2.2.1.1.	Ceniza de maleza y cal.....	15
2.2.1.1.1.	Peso específico .....	15
2.2.1.1.2.	Granulometría.....	16
2.2.1.1.3.	Dosificación .....	17
2.2.2.	Estabilización de subrasante.....	17
2.2.2.1.	Propiedades de la estabilización de subrasante.....	19
2.2.2.1.1.	Máxima densidad seca .....	19
2.2.2.1.2.	Índice de plasticidad .....	20
2.2.2.1.3.	Capacidad de soporte.....	21
2.2.2.1.4.	Módulo de resiliencia .....	23
2.3.	Definición de términos básicos.....	24
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> .....		<b>25</b>
3.1.	Método y alcance de la investigación.....	25
3.1.1.	Método de la investigación.....	25
3.1.2.	Tipo de la investigación.....	25
3.1.3.	Nivel de la investigación .....	26
3.2.	Diseño de la investigación .....	26

3.3.	Población y muestra .....	26
3.3.1.	Población.....	26
3.3.2.	Muestra.....	27
3.3.3.	Muestreo.....	27
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.4.1.	Técnica .....	28
3.4.2.	Instrumento.....	28
3.4.2.1.	Validez .....	28
3.4.2.2.	Confiability .....	30
3.5.	Procesamiento de recopilación de información.....	30
3.6.	Método de análisis .....	31
3.7.	Aspectos éticos .....	31
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>32</b>
4.1.	Descripción de la zona de estudio.....	32
4.1.1.	Ubicación.....	32
4.1.2.	Características de la zona de estudio.....	32
4.2.	Estudios previos.....	33
4.2.1.	Caracterización de la ceniza de maleza y cal.....	33
4.2.2.	Estudio topográfico.....	33
4.2.3.	Exploración y muestreo de suelos .....	34
4.2.4.	Obtención de cenizas malezas.....	34
4.3.	Análisis de información.....	35
4.3.1.	Influencia en la máxima densidad seca de la subrasante al incorporar ceniza de maleza y cal.....	35
4.3.2.	Influencia en el índice de plasticidad de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal.....	37
4.3.3.	Influencia en la capacidad de soporte de las subrasantes al incorporar cenizas de malezas y cal.....	40

4.3.4.	Influencia en el módulo de resiliencia de las subrasantes al incorporar cenizas de maleza y cal.....	42
4.3.5.	Influencia en la estabilización de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal.....	43
4.4.	Resultados de la investigación.....	44
4.4.1.	Resultados de la influencia en la máxima densidad seca de la subrasante al incorporar ceniza de maleza y cal.....	44
4.4.2.	Resultados de la influencia en el índice de plasticidad de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal.....	45
4.4.3.	Resultados de la influencia en la capacidad de soporte de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal.....	46
4.4.4.	Resultados de la influencia en el módulo de resiliencia de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal.....	47
4.4.5.	Resultados de la influencia en la estabilización de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal.....	48
4.5.	Prueba de hipótesis.....	48
4.5.1.	Contraste de hipótesis 1.....	49
4.5.2.	Hipótesis 2.....	50
4.5.3.	Hipótesis 3.....	51
4.5.4.	Hipótesis 4.....	52
4.6.	Discusión de resultados.....	53
4.6.1.	Discusión 1.....	53
4.6.2.	Discusión 2.....	54
4.6.3.	Discusión 3.....	55
4.6.4.	Discusión 4.....	55
4.6.5.	Discusión 5.....	56
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>57</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>58</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>59</b>



<b>ANEXOS</b> .....	<b>62</b>
---------------------	-----------

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta N° 1 de maleza para la estabilización de subrasantes.....	15
Figura 2. Ensayo de Proctor modificado.....	20
Figura 3. Estados de consistencias de los suelos.....	20
Figura 4. Ensayos de límites de consistencia.....	21
Figura 5. Ensayos de CBR.....	22
Figura 6. Flujograma de recopilación de data.....	30
Figura 7. Máxima densidad seca.....	44
Figura 8. Índice de plasticidad.....	45
Figura 9. CBR.....	46
Figura 10. Módulo de resiliencia.....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	8
Tabla 2. Número de calicatas.....	18
Tabla 3. Categorías de subrasantes.....	22
Tabla 4. Clasificación de rangos de validez.....	29
Tabla 5. Validez y expertos.....	29
Tabla 6. Cuadro de tiempo, distancia y estado de vía según el Instituto Vial Provincial. .....	33
Tabla 7. Calicatas de la investigación.....	34
Tabla 8. Ensayo Proctor modificado.....	37
Tabla 9. Ensayos de LL, LP e Índice Plástico.....	40
Tabla 10. CBR.....	42
Tabla 11. Módulo de resiliencia.....	43
Tabla 12. Estabilización de la subrasante.....	43
Tabla 13. Resultados de la influencia en la máxima densidad seca.....	44
Tabla 14. Resultados de la influencia en el índice de plasticidad.....	45
Tabla 15. Resultados del cálculo de la influencia en la capacidad de soporte.....	46
Tabla 16. Resultados del cálculo de la influencia en el módulo de resiliencia.....	47
Tabla 17. Resultados de la estabilización de la subrasante.....	48
Tabla 18. Prueba de normalidad de MDS.....	49
Tabla 19. Prueba de ANOVA para MDS.....	49
Tabla 20. Prueba de normalidad I.P.....	50
Tabla 21. Prueba de ANOVA para I.P.....	51
Tabla 22. Prueba de normalidad para CBR.....	51
Tabla 23. Prueba de ANOVA para CBR.....	52
Tabla 24. Prueba de normalidad módulo de resiliencia.....	53
Tabla 25. Prueba de ANOVA de módulo de resiliencia.....	53

## RESUMEN

En la presente tesis titulada “Estabilización de subrasantes de caminos vecinales en zonas tropicales con cenizas de malezas y cal, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022”, con objetivo de determinar la influencia en la estabilización de las subrasantes al incorporar de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022, se aplicó la metodología deductiva a partir del método científico para una investigación aplicada, con un nivel explicativo del diseño experimental. Los resultados de la encuesta muestran que cuando se usa 20 % de ceniza de maleza y 6 % de cal, el valor más alto de la densidad seca máxima es 1.69; con el aumento de la cantidad, la densidad seca máxima tiende a disminuir, para I.P. 2% de ceniza de maleza y 8% de cal. El valor de CBR más bajo de 6.12 % para 25 % de maleza y 8 % de cal fue el valor de CBR más alto de 10.57 %; para dosis más altas, el CBR aumentó y el módulo de rebote más alto se obtuvo para 25 % de maleza y 8 % de cal de 11.56 ksi, se observó que el módulo de resiliencia tendía a aumentar para dosis superiores a esta, por lo que se concluyó que la incorporación de ceniza de maleza y cal tuvo un efecto significativo en la estabilidad de la subrasante, agregando 8 %C + 25. La densidad seca máxima del suelo %CM aumentó en un 1.02 %, la IP disminuyó en un 77.79 %, el CBR aumentó en un 270.87 % y el módulo de resiliencia aumentó en un 127.78 %.

**Palabras clave:** estabilización de subrasante, ceniza de maleza y cal, índice de plasticidad, máxima densidad seca, CBR y módulo de resiliencia.

## ABSTRACT

In the present thesis entitled "Stabilization of subgrades of local roads in tropical areas with weed ash and lime, Sandia-Alto Inambari highway, Puno 2022", with the objective of determining the influence on the stabilization of subgrades when incorporating weed ash and lime in the local roads in tropical zones, Sandia-Alto Inambari highway, Puno 2022, the deductive methodology was applied from the scientific method for an applied investigation, with an explanatory level of the experimental design. The survey results show that when using 20% brush ash and 6% lime, the highest value of the maximum dry density is 1.69, with the increase in quantity, the maximum dry density tends to decrease; for I.P., 2% brush ash and 8% lime. % lime The lowest CBR value of 6.12% for 25% brush and 8% lime was the highest CBR value of 10.57%; for higher doses, the CBR increased and the highest rebound modulus was obtained for 25% brush and 8% lime of 11.56 ksi, it was observed that the resilience modulus tended to increase for doses higher than this, so It was concluded that the incorporation of brush ash and lime had a significant effect on the stability of the subgrade, adding 8%C+25. The maximum dry density of the soil %CM increased by 1.02 %, the IP decreased by 77.79 %, the CBR increased by 270.87 % and the resilience modulus increased by 127.78 %.

**Keywords:** subgrade stabilization, brush ash and lime, plasticity index, maximum dry density, CBR and modulus of resilience.

## INTRODUCCIÓN

Las vías de desplazamiento en el rural, en caso de que sean vías de comunicación, son valoradas como un instrumento de importancia capital para el progreso de los humanos. En la investigación de la estabilidad de subrasantes es posible ejecutar diferentes tipos de pruebas como son las siguientes: la prueba de granularidad, el contenido de agua, la Proctor modificada, los límites de Atterberg y la prueba de relación de soporte de California. (CBR).

La presente tesis titulada “Estabilización de subrasantes de caminos vecinales en zonas tropicales con cenizas de malezas y cal, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022”, se busca la solución del problema general ¿cuánto varía la estabilización de las subrasantes con la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022? En su elaboración, se comprobaron hipótesis, entre ellas se hallaban las teorías relacionadas a la variable de sustento de subrasante y cal. Además, se estableció como objetivo general determinar la magnitud de la transformación que tiene lugar en las subrasantes cuando se añaden cal y nesos en los ejes viales en zonas tropicales, por ejemplo: la ruta Sandia-Alto Inambari, en Puno, 2022. Dentro del marco de su amplitud, se obtienen los siguientes resultados: la estabilidad de la subrasante se modificó significativamente, el suelo con una adición del 25 por ciento de ceniza de la planta de maleza más el 8 por ciento de cal, incremento la máxima seca en un 1.02 %, el índice de plasticidad disminuyó en un 77.79 %, el CBR creció en un 270.87 % y el módulo de resiliencia creció en un 131.66 %. Al final, se deduce que al incorporar cal y cenizas de plantas en una proporción de 10 % de cal + 2 % de cenizas de plantas, 15 % de cal + 4 % de cal, 20 % de cal + 6 % de cal y 25 % de cal + 8 % de cal, la estabilidad de la subrasante se ve notablemente alterada, además el suelo con 25 % de cal + 8 % de cal aumentó la densidad seca máxima en un 1.02 %, el índice de plasticidad disminuyó en un 77.79 %, el CBR aumentó en un 270.87 % y el módulo de resiliencia aumentó en un 131.66 %.

La justificación de este estudio radica en que no sólo es útil, sino que también es una contribución importante a este y otros estudios similares, ya que el análisis de la construcción con ceniza de maleza y cal puede asegurar la calidad eficaz y estructural de las carreteras no pavimentadas en los países tropicales, así como la calidad práctica y estructural de las carreteras no pavimentadas en la carretera Puno Sandia-Alto Inambari en 2022.

Este estudio se fracciona en cuatro capítulos, descritos a continuación:

Capítulo I: Planteamiento del estudio, que contiene el planteamiento y formulación del problema basado en la estabilización de subrasantes, de corte general y específicos, así también se presentan los objetivos, general y específicos, las justificaciones e importancia de la investigación. De igual forma, se incorporan las hipótesis de investigación, la descripción de las variables, así como la operacionalización de éstas.

Capítulo II: contiene el marco teórico con referencia a precedentes nacionales e internacionales, además de los antecedentes teóricos de cada variable y definiciones de términos relevantes.

Capítulo III: incluye la metodología de investigación, es decir, métodos, tipos, niveles y diseños de investigación, así como conjuntos, muestras, métodos e instrumentos de investigación

Capítulo IV: contiene un análisis de resultados detallando la descripción de campo, investigaciones previas, análisis y resultados para cada objetivo de investigación, y una discusión pertinente a los objetivos propuestos, así también está el contenido de la contrastación de hipótesis de la investigación.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones realizadas luego del proceso de investigación.

La autora.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional, el subsuelo contiene una variedad de materiales de suelo encontrados generalmente suelos pobres o con altos niveles de agua subterránea; los subsuelos pobres no pueden soportar cargas de tráfico debido al bajo módulo de elasticidad del suelo pobre; el fallo más común de los pavimentos con subsuelos débiles se debe al cizallamiento en la capa de suelo débil. Un pavimento de carretera con un subsuelo débil no puede soportar las cargas cíclicas debido al tráfico porque la distribución de la carga se concentra en un área pequeña y da lugar a mayores tensiones en el subsuelo, que pueden ser superiores a la resistencia de éste, además, a medida que acrecienta el porcentaje de agua del suelo y del material de la subrasante, disminuyen índices como los módulos de elasticidad y de resistencia. Muchos tipos de arcilla tienen una marcada tendencia a encogerse o expandirse con el aumento o la disminución del contenido de humedad, lo que suele causar problemas de uso durante o después de la construcción de la carretera. El principal método para resolver estas dificultades consiste en repararla hasta dejarla en excelentes condiciones, por ejemplo, con material granular, o tratarla con un método de tratamiento adecuado como puede ser la estabilización (1).



Según el Instituto Mexicano del Transporte (2) la construcción de carreteras y autopistas requiere materiales de calidad que cumplan las normas, pero los materiales que llegan al proyecto a menudo no cumplen los requisitos de calidad. En tales casos, los ingenieros deben utilizar materiales locales y modificar sus propiedades mediante técnicas de estabilización. Como solución se dio el estudio de óxido de calcio como estabilizante de suelo, y se puede concluir que sí logra favorecer sustancialmente las propiedades de mecánica de los suelos naturales (2 pág. 6).

A nivel nacional, según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (3), las características de rendimiento (trabajabilidad, capacidad de carga, estabilidad en el agua, comportamiento de congelación y descongelación, comportamiento de cambio de humedad, resistencia a la abrasión, resistencia al polvo) abarcan la ubicación geográficamente y las condiciones climáticas. Para encontrar posibles soluciones, se evaluó la resistencia de los suelos estudiados a la estabilización química (3 pág. 5).

Este es también el caso de Puno, donde los caminos rurales son vías de comunicación que conectan poblados y ciudades, y proporcionan movilidad económica. Por lo tanto, para garantizar el funcionamiento continuo de los caminos, el resguardo y la comodidad de los beneficiarios de la carretera, es necesario mejorar el suelo con materiales de desecho. Existen varias técnicas para mejorar los parámetros de resistencia al cizallamiento del suelo bruto mediante métodos convencionales de compactación o de estabilización química. Los métodos de estabilización química incluyen la cal y las puzolanas naturales (4).

El problema que viene ocurriendo en las zonas tropicales del Departamento de Puno, carretera Sandia-Alto Inambari, es que no cuentan con buenas infraestructuras en carreteras y en caminos vecinales, debido a esto, tal problema produce hundimientos, bacheos, roturas, entre otros; asimismo, estas vías obstaculizan el transporte y se incurre en recurrentes reparaciones generando gastos que pueden ser evitados al realizarse una correcta estabilización del terreno. De igual forma, se presenta debido a las intensas precipitaciones pluviales, es así como se produce el aumento del caudal y posterior desborde de ríos, por lo tanto, perjudica directamente

a todas las personas de la zona ocasionando daños a la calidad de vida afectando viviendas, carreteras y caminos vecinales, en el sector Mancuari, distrito de Alto Inambari, provincia de Sandia. De hecho, se deben encontrar soluciones alternativas para mejorar los suelos, por medio de la estabilización de la subrasante utilizando cal y cenizas de maleza.

## 1.1.2. Formulación del problema

### 1.1.2.1. Problema general

¿Cómo influye en la estabilización de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?

### 1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye en la máxima densidad seca de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?
- ¿Cómo influye en el Índice de plasticidad de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?
- ¿Cómo influye en la capacidad de soporte de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?
- ¿Cómo influye en el módulo de resiliencia de las subrasantes la incorporación de ceniza de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia en la estabilización de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia en la máxima densidad seca de la subrasante al incorporar ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022.
- Determinar la influencia en el índice de plasticidad de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022.
- Determinar la influencia en la capacidad de soporte de las subrasantes al incorporar ceniza de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022.
- Determinar la influencia en el módulo de resiliencia de las subrasantes al incorporar ceniza de malezas y cal en la carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.

## 1.3. Justificación e importancia

### 1.3.1. Justificación teórica

Esta tesis presenta una nueva opción para la estabilización de suelos con cal y cenizas de maleza, proporciona una base teórica para la estabilización de las propiedades mecánicas y características físicas de los suelos, y servirá como base para futuras investigaciones sobre la estabilización con cal y cenizas de maleza.

### 1.3.2. Justificación práctica

La razón de ser del estudio es determinar el impacto de la cal y las cenizas de maleza en la estabilización del subsuelo desde un punto de vista práctico, ya que la primera opción sería optimizar el suelo, estabilizarlo, y la segunda sustituirlo, pero esta última requeriría un presupuesto mayor, por lo que la solución propuesta en el estudio fue encontrar materiales adicionales para estabilizar este tipo de suelo y mejorar su durabilidad a largo plazo.

### 1.3.3. Justificación metodológica

La problemática planteada ha conducido al desarrollo de métodos y procedimientos para recoger muestras de suelo en calicatas, realizar ensayos de laboratorio y analizar los resultados para seleccionar la dosis de aplicación adecuada. Los resultados de estos ensayos de laboratorio son útiles porque permiten conocer las propiedades de estos suelos y utilizarse como alternativa la estabilización con cal y cenizas de maleza para cumplir los requisitos de uso del subsuelo y, al mismo tiempo, conseguir mejoras en este tipo de suelo.

### 1.3.4. Importancia

La alternativa para estabilización de subrasante mediante cal y cenizas de maleza es de gran importancia ya que se basa en el aprovechamiento de estos residuos como estabilizadores de suelos, aportando así un importante aporte tanto en el aspecto técnico como económico y ambiental.

## 1.4. Delimitación

Se investigó sobre los problemas de desestabilización de las subrasantes en la vía Sandía-Alto Inambari, por lo tanto, esta investigación presenta la siguiente delimitación específica.

#### 1.4.1. Delimitación conceptual

Para esta investigación, se estudiaron las variables de estabilización de subrasante, cal y cenizas de maleza.

#### 1.4.2. Delimitación espacial

Los trabajos se desarrollaron en la vía Sandia-Alto Inambari, en el distrito de Alto Inambari, provincia de Sandia, Región Puno. La carretera en estudio cubre la progresiva 16+000 hasta 18+500.

#### 1.4.3. Delimitación temporal

El periodo comprendido de este estudio fue el año 2022.

### 1.5. Hipótesis y descripción de variables

#### 1.5.1. Hipótesis general

Influye significativamente en la estabilización de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.

#### 1.5.2. Hipótesis específicas

- Influye significativamente en la máxima densidad seca de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.

- Influye significativamente en el índice de plasticidad de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.
- Influye significativamente en la capacidad de soporte de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.
- Influye significativamente en el módulo de resiliencia de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.

### 1.5.3. Descripción de variables

#### a) Variable 1: Independiente “Cenizas de maleza y cal”.

##### - Definición conceptual:

- Según Labrada *et al.* (5 pág. 13), la ceniza de maleza es el aditivo que se obtiene al calcinar los restos vegetales.
- Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (3 pág. 101), la cal es el aditivo obtenido por calcinación de materiales calizos.

##### - Definición operacional:

La variable V1 está representada por sus dimensiones, que definen el peso específico, la granulometría y la dosificación.

#### b) Variable 2: Dependiente “Estabilización de subrasante”.

##### - Definición conceptual:

Según investigaron Montejo *et al.* (6 pág. 13), es un proceso de mejora de cada propiedad como elasticidad, durabilidad, plasticidad, permeabilidad y densidad a través de cada prueba de laboratorio según lo establecido.

- Definición operacional:

La definición operativa de V2 se basa en sus características, como densidad seca máxima, índice de plasticidad, CBR y módulo de resiliencia.

Tabla 1. Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Cenizas de malezas y cal	<p><b>*Ceniza de Maleza:</b> Aditivo que se obtiene al calcinar los restos vegetales (5).</p> <p><b>*Cal:</b> Aditivo obtenido por medio de la calcinación de material calizo (3).</p>	La variable V1 se manipula mediante las dimensiones de peso específico, granulometría y dosificación.	D1: Peso específico	1: 2000 - 2500 kg/m <sup>3</sup> 2: 1500 - 2000 kg/m <sup>3</sup> 3: 1000 - 1500 kg/m <sup>3</sup>	Ficha de recolección de datos.	Razón
			D2: Granulometría	1: 3" - N° 4 2: N° 4 - N° 200 3: < N° 200		
V2: Estabilización de Subrasante	Es el proceso de mejora de sus propiedades, como resistencia, tenacidad, plasticidad, permeabilidad, densidad, mediante cualquier sistema (6).	La variable V2 se manipula mediante las dimensiones, que son las propiedades de densidad seca máxima, índice de plasticidad, capacidad de carga y módulo de resiliencia.	D3: Dosificación	1: 2 % CAL + 10 % CM 2: 4 % CAL + 15 % CM 3: 6 % CAL + 20 % CM 4: 8 % CAL + 25 % CM	Ficha de recolección de datos.	Intervalo
			D1: Máxima densidad seca	1: Alto. 2: Medio. 3: bajo.		
			D2: Índice de plasticidad	1: L.L. 2: L.P.		
			D3: Capacidad de soporte	1: Pobre. 2: Regular. 3: Buena.		
			D4: Módulo de resiliencia	1: Pobre. 2: Regular. 3: Buena.		

Fuente: elaboración propia.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### 2.1. Antecedentes del problema

Los siguientes informes de investigación relacionados con este trabajo de investigación fueron encontrados y considerados durante la revisión bibliográfica correspondiente.

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Villacís *et al.* (7) en su investigación buscaron como objetivo calcular las propiedades físico-mecánicas de 3 especímenes de arcilla expandida y se compararon con las muestras de superficie estabilizado, aplicando una metodología experimental. Los resultados experimentales de las pruebas de laboratorio incluyeron: estabilización mediante el reemplazo del suelo con múltiples porcentajes de ceniza, debido al uso de dos variaciones de volumen de ceniza, la primera del volcán Tungurahua y la segunda de CCA de origen orgánico ceniza, como resultado lograron una combinación de partes iguales ensayada en muestras de suelo con 10 %, 20 % y 30 % de reemplazo de peso de arcilla, la mezcla de ceniza en el suelo logró una reducción en los efectos de variación de volumen característicos de la arcilla expandida pura, disminución de la fluidez. límite, gravedad específica reducida, expansión reducida y capacidad de carga aumentada. Finalmente, como conclusión está claro que la combinación de ambas



cenizas favorece las propiedades, mecánicas, físicas y la composición de la arcilla expansiva.

Chirinos *et al.* (8), en su estudio buscaron como objetivo efectuar una revisión sistemática de las técnicas existentes de estabilización de arcilla para mejorar el pavimento CBR, utilizando una metodología descriptiva ya que el estudio se realizó utilizando 35 artículos relevantes para este estudio. Como resultados consiguieron que los suelos CL y CM poseen propiedades menos favorables, el mejor aditivo es la ceniza de cáscara de arroz, especialmente CBR, que aumenta las propiedades mecánicas. Finalmente, se concluye que se ha demostrado que el adicionar ceniza de cáscara de arroz no solo proporciona mejores propiedades mecánicas de CBR, además aporta beneficios económicos y ambientales.

Alarcón *et al.* (9) tuvieron como objetivo indagar la viabilidad de utilizar lodos aceitosos como material granular y estabilizador del suelo, intentar mejorar la resistencia y la plasticidad, y luego utilizar los residuos de recuperación de petróleo para reducir el impacto perjudicial en el medio ambiente, aplicando una metodología de revisión de literatura, identificación de materiales e indicadores de estabilidad. Como resultados se obtuvo que al agregar hasta un 6 % de lodo al material del suelo, el índice de plasticidad disminuye, mientras que al 8 % de lodo, el efecto es ineficaz y el material tiene la misma plasticidad que la materia prima. La adición de limo al subsuelo no afecta significativamente la humedad óptima y la densidad. Finalmente, como conclusión se fija que el porcentaje de suspensión óptimo recomendado para la estabilización de material granular, tipo homologado, es del 6 %, lo que aumenta el módulo de elasticidad en aprox. 40 % en comparación con el material granular sin tratar y tiene un período de curado de 7 días.

Salinas y Villao (10) en su estudio fijaron como objetivo comparar muestras de suelo ensayadas en laboratorio por métodos de estabilización del subsuelo, para evaluar su eficacia para reducir o eliminar la expansión del material existente. Aplicando el método experimental, debido a que las muestras de suelo se tomaron del tajo abierto para realizar varios estudios de laboratorio. Como resultados se obtuvo que en el caso del método estabilizador de cal con 5.53 % de aditivo como porcentaje óptimo,

generando variaciones al respecto del suelo natural, lo que reduce significativamente su I.P., límite de contracción e índice de expansión. Luego de la evaluación, se investigó el cloruro de sodio como método de estabilización. El porcentaje óptimo para su uso en este tipo de suelo se obtiene de igual manera al agregar 4.93 % de este elemento al paisaje natural, lo que da resultados positivos en la estabilización, mejorando las propiedades del suelo original. En el análisis del uso de la geocelda como estabilizador se pudo evaluar únicamente en las condiciones de reducción de hinchamiento con un 82.39 %, lo que tuvo un efecto positivo. Finalmente, en base al estudio comparativo de todos los análisis y los métodos propuestos, se fija como conclusiones que la opción más favorable para la estabilización de esta zona de acuerdo a los resultados que se recopilaron en el laboratorio correspondientes al I.P. analizado, límites de contracción, expansión y dilatación, es el suelo estabilizado con sal, siendo el más accesible de los tres métodos estudiados. La metodología de esta investigación sirvió de antecedente teórico en la selección de la dosificación de cal y cenizas de maleza a ensayar y así poder estipular su atribución en la estabilización de la subrasante.

Parra (11) en su estudio fijó el objetivo de estabilizar químicamente el suelo mediante la adición de cal y cenizas, y determinar las dosis óptimas de agentes estabilizantes para conseguir resistencia tanto para la tracción como para la compresión, por medio de una metodología aplicada y experimental. Los resultados posteriores se obtuvieron mediante un método experimental, en el que se recogieron muestras de suelo de un foso exterior para realizar varias pruebas de laboratorio. Se evaluaron una serie de pruebas de laboratorio con la adición de caolín, cal y ceniza (2 %, 4 %, 6 % y 8 %). Se realizó una prueba Proctor modificado en la que la cal contribuyó más a mejorar la resistencia del caolín, mientras que la ceniza contribuyó poco a mejorar el suelo. En forma de conclusión, se comprobó que la solución más favorable para estabilizar esta zona era aquella en la que el 4 % aportaba mayor dureza y el 8 % mayor deformación. Este estudio proporcionó la información requerida para determinar el porcentaje de adición de cal y evaluar así su efecto en la estabilización cuando se añaden cenizas de maleza.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Cristóbal y Quinte (12) en su investigación tuvieron el objetivo de determinar en qué magnitud varia la estabilización de suelo de subrasante utilizando cenizas de eucalipto, utilizaron un método de deducción adecuado al tipo de diseño experimental de nivel de explicación de los resultados, para calcular la magnitud del cambio en la estabilización del sustrato, obteniendo como resultados que la densidad seca máxima muestra una tendencia a disminuir con el aumento de las adiciones; el I.P. valor mínimo 5.32 para 15 % de ceniza de eucalipto, valor máximo 1.997 para 15 % de ceniza de eucalipto, 67 % para 10 % de ceniza de eucalipto, el CBR muestra una tendencia a disminuir con el aumento del porcentaje; valor máximo 13.32 ksi para 10 % de ceniza de eucalipto y el módulo de elasticidad disminuye con el aumento del porcentaje. Se concluye que la estabilización del material base cambió significativamente; la incorporación de 10 % de ceniza de eucalipto incrementó el peso seco máximo en 10 %; 45 %, el I.P. disminuyó en 54.97 %, el CBR se incrementó en 385.14 %, el módulo de elasticidad se incrementó en 157.94 %, el CBR aumentó en 385.14 % y el módulo de elasticidad aumentó en 157.94 %. Este estudio aportó los procedimientos necesarios para la obtención de las cenizas de maleza y criterio objetivo en su dosificación.

Quispe y Tarifa (13) con el objetivo de optimizar las propiedades de los suelos ensayados en Av. Circunvalación, que es básicamente un tipo de suelo arcilloso, aplicaron un enfoque cuantitativo, además de la metodología que abordó el nivel descriptivo y cuasi experimental, el tiempo del estudio fue transversal. En el estudio adquirieron los siguientes resultados para los índices de plasticidad C-1, C-2 y C-3: 12.16 %, 17.30 % y 14.34 %, con una disminución máxima PI = 7.51 %, 7.41 % y 7.30 % con la adición de estabilizantes, respectivamente. El OCH del suelo natural fue de 9.80 %, 10.22 %, 9. El OCH fue de 9.80 %, 10.22 %, 9.33 %, y aumentó con la adición de estabilizantes en un máximo de 11.18 %, 11.17 % y 11.60 %, respectivamente. El CBR del suelo natural fue de 6.31 %, 6.67 % y 7.86 %, y aumentó con la adición de estabilizantes hasta un máximo de 23.20 %, 24 % y 25 %, respectivamente; la cal 5 % a 10 % CSC

con la adición de estabilizantes aumentó hasta un máximo de 20.40 %, un máximo de 20.90 % con la adición de cal 5 % a 15 % CSC y, finalmente, un máximo de 25.00 % con la adición de cal 5 % a 20 % CSC, en conclusión el aumento de la capacidad portante de subrasantes naturales es muy alto, esto demuestra que los materiales utilizados dan resultados positivos.

Medina y Villar (14) en su investigación tuvieron por objetivo determinar la derivación de la cal y las cenizas de carbón sobre la estabilidad del suelo en la carretera Conache, utilizando una metodología de diseño experimental con cal y cenizas de carbón como variables independientes. Se utilizó una tabla de control con los correspondientes ensayos C-1, C-2 y C-3 en base a los porcentajes de 2 %, 4 % y 7 % de cal y 3 %, 5 % y 8 % de ceniza de carbón, que arrojó los siguientes resultados: masa seca máxima C+5 % (ceniza de carbón)  $1.680 \text{ g/cm}^3$  y contenido de humedad óptimo 7.60 %, mientras que la adición de C+8 (ceniza de carbón), 5 % (ceniza de carbón) incrementó el valor a 7.60; por el contrario, el mayor valor porcentual de CBR se obtuvo para C-3 en la muestra del 100 %, a saber, 4.9 %, que aumentó a 38 % con la adición de 5 % (ceniza de carbón) y a 44 % con la adición de 2 % (cal). Esto significa que el CBR aumenta al 6 % al 95 % y al 6 % al 100 %, por lo tanto, se puede concluir que la estabilidad del suelo ha cambiado significativamente, ya que el resultado máximo del CBR para el suelo al 100 % es del 4.9 %, que es inferior al del C-03. El CBR máximo al 95 % fue del 36 % y al 100 % del 38 % con la adición del 5 % (ceniza de carbón). La adición de 4 % (cal) también mostró una diferencia significativa ya que el CBR al 95 % se incrementó a 42 % y al 100 % el CBR fue de 44 %.

Quispe (15) tuvo por objetivo determinar los cambios en la estabilización de subrasantes blandas tras la incorporación de compuestos inorgánicos en carreteras sin pavimentar en Fornavi Awankaj-Aprimak en 2020. En el área urbana, aplicó el método científico utilizando un diseño experimental específico, obteniendo un valor máximo de peso seco de  $2.30 \pm 0.08 \text{ g/cm}^3$  para T5 y T6 y  $30 \pm 0.08 \text{ g/cm}^3$  a  $10.07 \pm 0.08 \text{ g/cm}^3$  para T5 y T6 después de la adición de compuestos inorgánicos CBR, obteniendo resultados, considerando el valor CBR de T5 y T6 con adición de compuestos inorgánicos al 20 % y 25 %, de  $10.07 \pm 0,28 \text{ g/cm}^3$  y el índice de ductilidad

de T2-T6 con adición de compuestos inorgánicos al 5 %, 10 %, 15 %, 20 % y 25 % es de  $5.19 \pm 0.12$  %. Por último, la adición de compuestos inorgánicos a las carreteras sin pavimentar de la zona urbana de Awankai-Afrimak Ponavi en 2020, concluyendo en la estabilización de la subrasante cambiaba, ya que el efecto estabilizador aumentaba con el incremento de las proporciones de cada elemento: 18.75 % de cal y 6.25 % de ceniza del eucalipto.

Abanto y Salinas (16) en su investigación con objetivo de analizar el uso de ceniza de bagazo y cal para la estabilización de pavimentos en el Perú, analizaron los datos resultantes de la adición de 20 % de CBCA, utilizando como método investigativo el estudio aplicado y un diseño definido como no experimental, descriptivo, transversal por muestreo denominado no probabilístico. Como resultados se obtuvo un aumento de 30 % o más para la dosificación de 4 % de cal, 8 % de CBR o más, en suelos SUCS CL, 4 % y 6 % de cal, 15 % y 20 % de CBCA fueron las tasas óptimas de adición. Se concluyó que 4 % y 6 % de cal y 15 % y 20 % de CBCA fueron las mejores tasas de adición para los suelos SUCS y CL cuando se utilizaron cenizas de bagazo y cal para la estabilización del suelo.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Ceniza de maleza y cal

Según Mortimer (17 págs. 1-42), las malas hierbas representan un riesgo natural para los intereses y actividades humanas. Estas plantas a menudo se describen como perjudiciales para los sistemas de producción. Además, las plantas acuáticas pueden obstaculizar significativamente el flujo de agua y provocar inundaciones, impedir el drenaje y degradar gradualmente los canales debido al hundimiento extenso. Así, las malezas son especies de plantas que afectan el potencial de producción de un área ocupada o la cantidad de agua manejada por los humanos. Este año se puede medir como rendimiento agrícola perdido por unidad de tierra cultivable y también puede reflejar el impacto en la efectividad de las empresas comerciales. Se pueden considerar malezas todas las plantas que provocan cambios no

deseados en la vegetación y afectan el aspecto estético del área de interés a proteger.

La ceniza se obtiene quemando hojas, hierbas y tallos en un horno artesanal. Las cenizas no sirven para nada, son para la basura. Pero ya sea que ese residuo provenga de madera, yeso o malezas, tiene múltiples usos. En particular, la ceniza de esta fuente contiene una alta cantidad de minerales y muchas propiedades.

Según Montejo *et al.* (18 pág. 277), la cal es un producto de la descomposición de la piedra caliza bajo la influencia del calor. En esta norma incluye cal apagada. El contenido de cal óptimo para la estabilización de la subrasante debe determinarse mediante pruebas especiales para determinar las características del suelo estabilizador, como la resistencia a compresión ilimitada o el índice de plasticidad.



Figura 1. Planta N° 1 de maleza para la estabilización de subrasantes.

#### 2.2.1.1. Ceniza de maleza y cal

##### 2.2.1.1.1. Peso específico

Según Sanz (19 pág. 3), la gravedad específica mide qué tan pesado es un material en comparación con su volumen. Esta relación se representa como un

volumen ponderado frente a un volumen no ponderado, denominado gravedad específica. El volumen que ocupa un objeto dividido por el peso del material que contiene produce su gravedad específica. O de manera equivalente, esto es lo mismo que medir qué tan pesado es un objeto en comparación con el volumen que ocupa. La medida se representa en notación métrica con la letra N seguida del símbolo estadístico 3.

#### 2.2.1.1.2. Granulometría

Según Rico y Del Castillo (20 pág. 24) mencionan que al dividir el suelo en secciones, es posible verlo como una colección de partes más pequeñas. Esto se debe a que cada sección tiene entre un tamaño máximo y mínimo, que se correlacionan entre sí. Como se indicó anteriormente, las secciones están separadas por diferentes tamaños; el elemento más pequeño en una sección será el más grande en otra.

Así también, Crespo (21 pág. 51) menciona que el análisis del suelo se basa en el tamizado mediante el uso de una membrana para separar las partículas de grano fino de las más gruesas, sin embargo, este método se vuelve más difícil de usar a medida que aumenta la finura del suelo. Esto conduce a menudo al uso de métodos de sedimentación. Estos procedimientos se representan en un gráfico clasificando el suelo en curvas de tamaño de partículas.

#### 2.2.1.1.3. Dosificación

Según Ancade (22 pág. 61), el método de dosificación es fundamental para el procesamiento efectivo de cualquier materia e instrumento y el proceso de dosificación es para calcular el contenido de humedad adecuado y la dosificación de aglutinante de acuerdo con las especificaciones requeridas. Asimismo, la dosificación es un conjunto de operaciones que permite cargar en la mezcladora componentes de materiales seleccionados en un orden predeterminado y asegura que se sigan las proporciones especificadas por las fórmulas adecuadas para cada mezcla.

#### 2.2.2. Estabilización de subrasante

Según Rico y Del Castillo (20 pág. 493), la estabilización en suelos se basa en eliminar o evitar el uso de material insatisfactorio, reemplazándolo por otro material con propiedades adecuadas y mejorando las propiedades físicas indeseables del suelo para producir estructuras resistentes al corte y al corte. La relación de vacío es perfecta, sin embargo, es preciso realizar la prueba adecuada.

Guerrero (23 pág. 421) menciona que la enmienda natural del suelo, también conocida como el paso de estabilización del suelo, es la aplicación de ciertos tratamientos para aprovechar las mejores propiedades de cada material que se encuentra en el suelo. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (24 pág. 26), la estabilización de subrasantes se suele realizar en suelos con subsuelo insuficiente o pobre y se da cuenta de una amplia cantidad de productos, así como es preciso realizar ensayos de laboratorio oportunos. En la siguiente tabla se señala el número de calicatas que se debe realizar según el tipo de carretera, así como la profundidad.



Tabla 2. *Número de calicatas.*

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Numero de calicatas	Observación
Autopistas: calzadas separadas para cada autopista del IMD con más de 6.000 vehículos al día. Estas carreteras tienen al menos dos carriles y más de 6.000 vehículos por día.	A nivel de subrasante, a 1.50 metros se encuentra la línea original de medición.	<p>*Cada sentido tiene dos carriles de circulación separados por 4 calicatas por kilómetro.</p> <p>*Cada sentido tiene tres carriles de circulación separados por 4 calicatas por kilómetro.</p> <p>*Cada sentido tiene cuatro carriles de circulación separados por 4 calicatas por kilómetro.</p>	Las calicatas se alternan entre líneas longitudinales y transversales.
Autopistas: Autopistas separadas con múltiples carriles que acomodan más de 6,000 vehículos por día. Estos caminos están designados por el IMD con la palabra "carretera".	A nivel de subrasante, a 1.50 metros se encuentra la línea original de medición.	<p>*Hay 4 calicatas por kilómetro, lo que significa que la carretera tiene 2 carriles en cada dirección.</p> <p>*Hay 4 calicatas por kilómetro, lo que significa que la carretera tiene 3 carriles en cada dirección</p> <p>*Hay 4 calicatas por kilómetro, lo que significa que la carretera tiene 4 carriles en cada dirección.</p>	
Carretera de Primera Clase: calificación IMDA publicada entre 4000 y 2001 que tienen condiciones de carretera de dos carriles cumplen con los criterios.	A nivel de subrasante, a 1.50 metros se encuentra la línea original de medición.	4 calicatas x km	Las calicatas ubicadas longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras de segunda clase: dos carriles, entre 2000 y 401 IMDA, al menos 1,000 vehículos por día.	A nivel de subrasante, a 1.50 metros se encuentra la línea original de medición.	3 calicatas x km	

Carreteras de tercera clase: 400 y 201 vehículos circulan cada día por esta vía de dos carriles.	A nivel de subrasante, a 1.50 metros se encuentra la línea original de medición.	2 calicatas x km
Carretera de Volumen de tránsito bajo: de IMDA $\leq$ 200 vehículos pasan el mismo día.	A nivel de subrasante, a 1,0 metros se encuentra la línea original de medición.	1 calicatas x km

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (24).

### 2.2.2.1. Propiedades de la estabilización de subrasante

#### 2.2.2.1.1. Máxima densidad seca

Montejo (25 pág. 132) menciona que se requiere el nivel de humedad óptimo para compactar un suelo para lograr una alta densidad seca. Esta alta densidad seca solo se puede lograr cuando el suelo tiene una humedad óptima. Así también, afirma que si el contenido de humedad se mantiene igual, entonces la presión aplicada al suelo para hacer que se expanda aumentará debido a que el material arcilloso se aglutina. Además, se afirma que aumentar el volumen de un suelo requiere agregar más material arcilloso y crear una mayor interacción entre las partículas. Asimismo, Sanz (19 pág. 42) menciona que si la curva es plana significa que el suelo en cuestión es poco sensible al agua, ya que cambios significativos en la humedad tienen poco efecto sobre la densidad seca.



Figura 2. Ensayo de Proctor modificado.

#### 2.2.2.1.2. Índice de plasticidad

Según Crespo (21 pág. 69), la plasticidad es una propiedad del suelo, es decir, la capacidad de deformarse dentro de ciertos límites sin romperse. Con él, el comportamiento del suelo se puede medir en cualquier momento. Se separaron cuatro estados de consistencia del suelo para entender su plasticidad. Los límites mencionados son: L.L, L.P. e I.P.

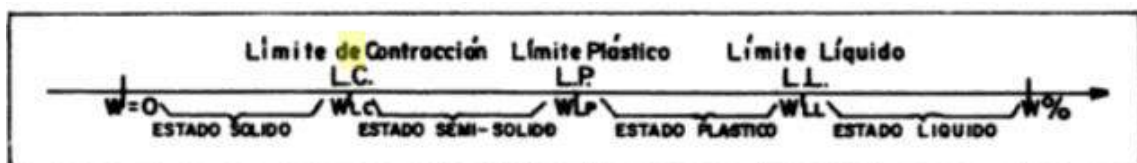


Figura 3. Estados de consistencias de los suelos.

Según Crespo (21) se tienen los siguientes conceptos sobre cada índice de plasticidad:

- Límite líquido: a un nivel de porcentaje de humedad, los suelos cambian de un estado líquido a un estado maleable. Esto se considera el porcentaje de peso seco a contenido de humedad (21 págs. 70-76).
- Límite plástico: es el porcentaje de humedad una vez la muestra es secada en el horno, se denomina masa después de que una muestra de suelo cohesivo se convierte de estado semisólido a estado plástico (21 págs. 76-77).
- Índice de plasticidad: es el diferencial numérico entre los estados líquido y plástico, lo cual evidencia el rango de humedad del estado plástico determinado durante la prueba (21 pág. 78).

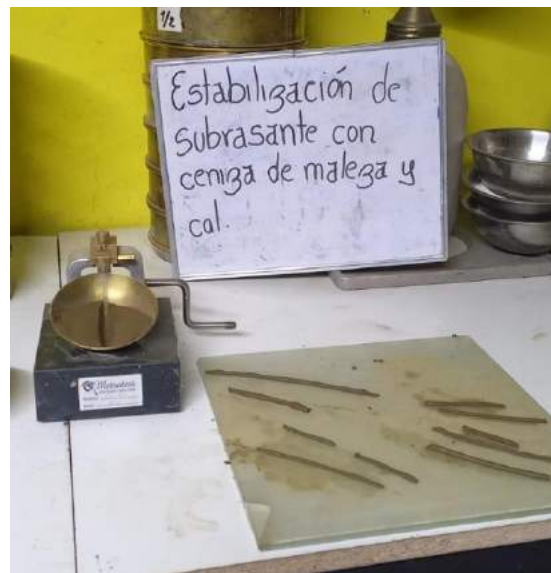


Figura 4. Ensayos de límites de consistencia.

#### 2.2.2.1.3. Capacidad de soporte

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (3 pág. 48), la prueba de capacidad de carga de California, o CBRT, mide la resistencia del suelo perforando 2.54 mm en una muestra de suelo. Determina una referencia de peso del 95 % para la resistencia del suelo.

Tabla 3. *Categorías de subrasantes.*

<b>Categorías</b>	<b>CBR</b>
S-0, Inadecuada	CBR < 3 %
S-1, Pobre	CBR ≥ 3 % hasta CBR < 6 %
S-2, Regular	CBR ≥ 6 % hasta CBR < 10 %
S-3, Buena	CBR ≥ 10 % hasta CBR < 20 %
S-4, Muy buena	CBR ≥ 20 % hasta CBR < 30 %
S-5, Excelente	CBR ≥ 30 %

Fuente: MTC (3).

Según De Solminihac *et al.* (26 pág. 543), cuando estabilizan la tierra, trabajan a través de la ionización, el orden y la coherencia entre sus objetos. Aísla el suelo tratado y aumenta la permeabilidad y la capacidad portante. El uso de este tipo de soluciones, como estabilizadores fijos, puede aumentar la capacidad portante del suelo (CBR) hasta 10 veces más que la CBR.



Figura 5. Ensayos de CBR.

#### 2.2.2.1.4. Módulo de resiliencia

Según Fernández (27 pág. 20) los valores obtenidos del módulo de elasticidad son, por supuesto, conservadores o bajos. De nuevo, numerosos ensayos y trabajos han demostrado que esto se refleja en las especificaciones de diferentes países, utilizando áridos de alta calidad a partir de partículas trituradas y suficientemente dimensionadas, los valores de estabilidad y módulo de elasticidad son similares a los valores convencionales. compuestos resistentes al calor basados más en la capa base que en la capa de recubrimiento.

Según Múnera y Aguilar (28 pág. 13), el módulo de elasticidad es la capacidad de un material para almacenar que es una propiedad del material en relación con su límite.

$$M_R = \frac{\sigma_d}{\varepsilon_r} \quad (1)$$

Donde:

\* $M_R$  = módulo resiliente.

\* $\sigma_d$  = esfuerzo desviador.

\* $\varepsilon_r$  = deformación unitaria recuperable (resiliente).

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (24), mide la elasticidad del suelo. Se usa la ecuación relacionada con el  $M_r$ -CBR con la siguiente ecuación:

$$M_r(\text{psi}) = 2555 * \text{CBR}^{0.64} \quad (2)$$

Donde:

\* $M_r$  = módulo de resiliencia.

\*CBR = Californian Bearing Ratio.

### 2.3. Definición de términos básicos

- Análisis granulométrico: es un análisis que tiene como objetivo determinar las proporciones de sus diversos componentes y clasificarlos en función de su tamaño (19 pág. 29).
- Cal: es el producto de descomposición térmica de la piedra caliza y, para los fines de esta norma, incluye la cal apagada y la cal viva (18 pág. 277).
- Capacidad de soporte: es la carga máxima que puede soportar el suelo sin reducir significativamente su espacio libre (29 pág. 94).
- Módulo resiliente: para evaluar la capacidad del material para retener energía sin deformarse permanentemente, tiene una gravedad específica de 1.0 o mayor (28 pág. 13).
- Permeabilidad: surge de dos problemas básicos, uno relacionado con la disipación de la fuerza intersticial y otro con relación con el flujo de agua por medio del suelo (25 pág. 79).
- Rasante: es el perfil de la superficie de apoyo, generalmente paralela y por encima de la subrasante (30 pág. 415).
- Subrasante: es el contorno del camino de tierra firme, constituido por líneas rectas de correspondiente pendiente, conectadas de una pendiente a otra por una curva vertical tangencial a ésta (30 pág. 415).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### 3.1. Método y alcance de la investigación

##### 3.1.1. Método de la investigación

Método científico. Conforme propone Niño (31 pág. 26), es un contiguo racional y sistemático de pasos para encontrar soluciones a los problemas que plantea un lugar determinado, con el objetivo de demostrar, validar la realidad y brindar posibles soluciones a los problemas. Este estudio se basó en el extracto de datos de pruebas de laboratorio obtenidos para evaluar la estabilidad de la calzada considerando la incorporación de ceniza de malezas y cal a los tipos de suelo estudiados, además de métodos teóricos y de prueba de hipótesis limitados para la recolección de resultados. Bajo estas consideraciones, se empleó el método científico; pues se inició con la observación.

##### 3.1.2. Tipo de la investigación

Aplicada. Según Valderrama (32 pág. 164), la investigación aplicada, también conocido como activa, dinámica y práctica, busca conocer, hacer, actuar, construir y cambiar significa resultados inmediatos. La finalidad de la investigación aplicada es mejorar un problema, no formular una teoría. Según aquello, en el presente estudio se tuvo una investigación aplicada,



ya que al igual que en el análisis de nuevos estabilizadores de lecho de carretera agregados a la ceniza de maleza y cal, los resultados conseguidos se pueden replicar y/o utilizar como base para otros esfuerzos de investigación similares.

### 3.1.3. Nivel de la investigación

Investigación explicativa. Para Hernández *et al.* (33 pág. 95), en una investigación explicativa existe el deber de determinar las causas que conducen a la causalidad, valga la redundancia, y el nivel de explicación va más allá de las simples explicaciones conceptuales, es decir, conducen a descripciones causales de fenómenos o eventos físicos. En este estudio, analizando el efecto de una variable sobre la otra, se evaluó la estabilidad de la plataforma mediante la adición de ceniza de maleza y cal, y de acuerdo con esto, el estudio fue de nivel explicativo.

## 3.2. Diseño de la investigación

Experimental. Según Cabezas *et al.* (34 pág. 129), los estudios experimentales implican manipular una o varias variables independientes y examinar sus efectos sobre la variable dependiente. Estas variables deben ser controladas por el investigador. En este proyecto de investigación, con el fin de conocer qué ajustes provocan las variables independientes en la variable dependiente, se realizaron una serie de investigaciones de laboratorio, empleando ceniza de malezas y la estabilización de lecho de cal y cal respectivamente. Con esta indagación, se concluyó que el presente estudio fue de tipo de diseño experimental.

## 3.3. Población y muestra

### 3.3.1. Población

Según Cabezas *et al.* (34 pág. 164), la población es una compilación de todos los elementos involucrados en la investigación. También son todas

las unidades muestrales, que se define como un grupo ilimitado y limitado de características frecuentes, que son los objetos sobre los que se señalan las conclusiones del estudio. La población estuvo conformada por el total del suelo destinado a subrasante a lo largo de trocha carrozable de la provincia de Sandía - distrito de Alto Inambari, con una longitud de 83.7 km con un ancho promedio de 4.00 m.

### 3.3.2. Muestra

Hernández *et al.* (33 pág. 175), aluden que una muestra se refiere a un subconjunto de una población, siendo como tal una muestra de la población que se incluye en el tema del estudio. La muestra considerada en el total de suelo destinado a subrasante a lo largo de 2.5 km en el tramo comprendido desde km 16+000 al km 18+500 de trocha carrozable de la provincia de Sandía - distrito de Alto Inambari, donde se realizó la excavación de la calicata C-1 ubicado en el km 16+000, calicata C-2 ubicado en el km 17+200 y calicata C-3 ubicado en el km 18+500, y una vez recogidas las muestras de suelo necesarias, fueron llevadas al laboratorio para su análisis.

### 3.3.3. Muestreo

No probabilístico del método intencional. Según Cabezas *et al.* (34 pág. 82), mencionan que el muestreo no probabilístico por conveniencia consiste en seleccionar componentes con propiedades relevantes para satisfacer las intenciones del investigador, es decir, para hacer una generalización certera del conjunto se debe crear una muestra representativa. En consonancia con este hallazgo, el estudio se realizó con un tratamiento intencional que corresponde a una muestra no probabilística, ya que el material se obtuvo de las secciones más críticas identificadas por el investigador.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnica

Observación directa experimental. Para Rivas (35 pág. 23), una observación directa es un caso o un individuo donde el investigador observa directamente el fenómeno, se comunica con él, esto produce que todos los datos sean examinados por el investigador, y el investigador puede manipular las variables bajo ciertas circunstancias. Este estudio utilizó métodos experimentales de observación directa para recopilar información durante el análisis (cenizas y cal de maleza, estabilización del suelo de la carretera) y combinó variables para estudiar sus relaciones.

#### 3.4.2. Instrumento

Ficha de recolección de datos. Según Gómez (36 pág. 121), los formularios de recopilación de datos proporcionan un medio para recopilar y medir variables específicas. Los formularios de recopilación de datos permiten a los investigadores obtener respuestas útiles, probar hipótesis y evaluar resultados. En el estudio se utilizó como instrumento la ficha de recolección de data.

##### 3.4.2.1. Validez

Hernández *et al.* (33 pág. 28) mencionan que las mediciones válidas deben reflejar con precisión la variable prevista. En la tabla 5 se detallan los datos de los expertos en correspondencia de la ficha de recolección de data aprobada según la tabla de validez.

Según Robles (37), La validez se relaciona con una percepción asesorada de individuos que tienen un trayecto relacionado con el tema, que son aprobados por otros como especialistas

cualificados en la misma, y que tienen la capacidad de emitir información, pruebas, valoraciones y juicio. La comprobación por medio del juicio de especialistas, que es la forma más objetiva de validación, se basa en pedir a diversos individuos que exijan un proceso judicial en contra de un objeto, un instrumento, un material de enseñanza o una cuestión específica. Para Anastasi *et al.* (38 pág. 113), La validez tiene relación con la fiabilidad del cuestionario y la calidad de sus respuestas, de modo que, en el presente estudio, se convocó a tres expertos para que lo validaran.

Tabla 4. *Clasificación de rangos de validez.*

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Oseda *et al.* (39).

En la siguiente tabla se detallan los expertos de la ficha de recolección de datos aprobados según la tabla de validez.

Tabla 5. *Validez y expertos.*

Nº	PROFESIÓN	NOMBRES Y APELLIDOS	CIP	DICTAMEN
1	Magíster	Sanomamani Cati Maribel	101579	1
2	Ingeniero Civil	Manuel Leopoldo Mantilla Quispe	158300	0.93
3	Ingeniero Civil	Hanco Mamani Froilán Edilberto	154242	0.86

Fuente: elaboración propia.

Obteniendo una validez final de 0.93, lo cual es consistente con lo propuesto por Oseda *et al.* (39) y se interpreta como excelente validez.

### 3.4.2.2. Confiabilidad

Según Hernández *et al.* (33 pág. 28) atribuye que un instrumento de medición debe ser de total confiabilidad en tal escala en que su uso sea repetido en la misma persona o sujeto da el mismo resultado.

## 3.5. Procesamiento de recopilación de información

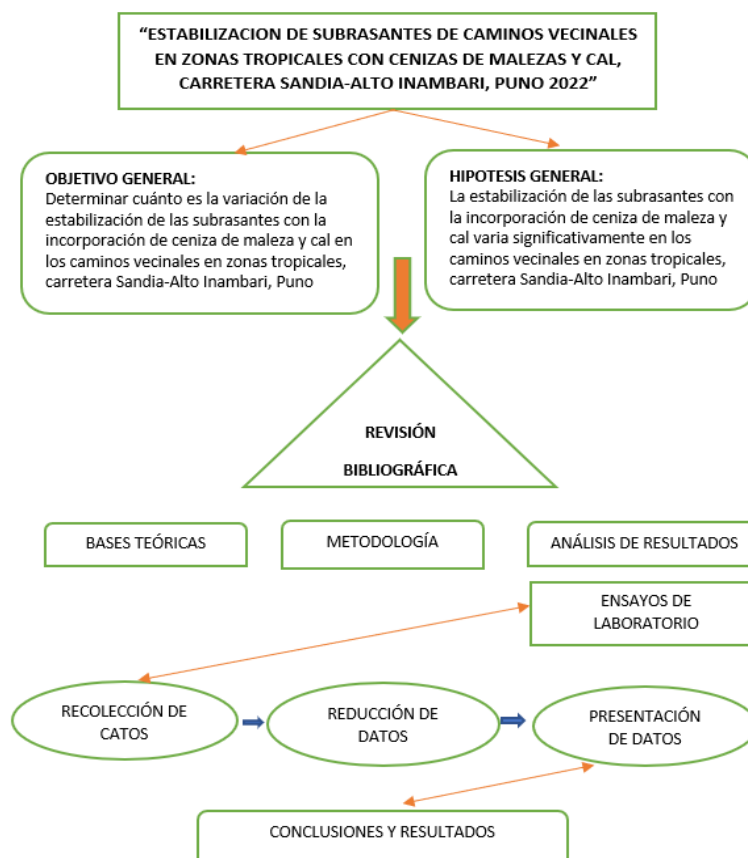


Figura 6. Flujograma de recopilación de datos.

Todos los ensayos se hicieron conforme a lo establecido en las Normas nacionales e internacionales que se detallan a continuación:

- Granulometría: MTC E107.
- L.L.: MTC E110.
- L.P.: MTC E111.
- Porcentaje de humedad: MTC E108
- Clasificación SUCS: ASTM D - 2487.
- Clasificación AASHTO: M - 145.
- CBR: MTC - E132.
- Módulo resiliente: MTC - E128.
- Proctor modificado: MTC - E115.

### 3.6. Método de análisis

El estadístico cuantitativo fue generalmente usado como instrumento de estudio. Este estudio se valoró con cifras. La información se muestra a modo de escala de medición y fue expandida con el fin de realizar un tratamiento estadístico. El procedimiento de investigación se hizo en Microsoft Excel. Asimismo se contrastó una información sobre la totalidad de resultados de los análisis en laboratorio.

### 3.7. Aspectos éticos

El estudio tuvo en cuenta la exactitud de los resultados de laboratorio, los derechos de pertenencia intelectual y la fiabilidad de los datos obtenidos. Para ser ética, la información debe ser confiable, objetiva y nueva.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Descripción de la zona de estudio

##### 4.1.1. Ubicación

La zona estudiada está ubicada en la provincia de Sandia, distrito de Alto Inambari, Región Puno, con una altitud de 1350 msnm y un área de 1360 km<sup>2</sup>, entre los 14° 5' 25" de Latitud Sur y 69° 14' 36" de Longitud Oeste. La zona intervenida fue del km 16+000 al km 18+500 de la carretera Sandia-Alto Inambari.

##### 4.1.2. Características de la zona de estudio

Las propiedades de la ruta de la carretera Sandia-Alto Inambari es de 83+700 km de longitud con una distancia estudiada longitud de 2+500 km de la carretera Sandia-Alto Inambari. La vía pertenece al camino vecinal del distrito de Alto Inambari; tiene como inicio la provincia de Sandia, tiene como conexión entre los poblados del distrito de Alto Inambari, concretamente la interconexión entro los poblados de sector Huancaluque, sector Iparo, sector San José, sector Pucarmayo, sector Pilcopata, sector Mancuari, comunidad Mayohuanto, distrito de Massiapo-Alto Inambari de la provincia de Sandia.

A la fecha, la trocha carrozable Sandía-Alto Inambari del 16+000 km hasta 18+500 km, se encuentra en servicio restringido ya que se encuentra en pésimo estado de transitabilidad y conservación. Esta vía fue construida a nivel de trocha carrozable, no tiene afirmado ni obras de arte. En la subrasante predomina la arcilla, con un ancho promedio de calzada de 4.00 metros un bombeo de 2 %. Según el estudio de tráfico, el IMD del lugar es de 60 vehículos/día por número de vehículos, por lo que el IMDa es inferior a 200 vehículos/día y está clasificado como clase 3 (carretera sin asfaltar) por el Departamento de Transporte.

Tabla 6. Cuadro de tiempo, distancia y estado de vía según el Instituto Vial Provincial.

ITEM	LOCALIDADES	TIEMPO VIAJE	DISTANCIA (KM)	ESTADO DE LA VÍA
1	Sandía - San José (Puente)	50 min	35.80	Asfaltado
2	San José (Puente) - Palmera	45 min	45.00	Afirmado
3	Palmera - Massiapo	8 min	2.90	Afirmado
<b>TOTALES</b>		103 min	83.7 km	

Fuente: Instituto Vial Provincial Sandía.

## 4.2. Estudios previos

### 4.2.1. Caracterización de la ceniza de maleza y cal

Se obtuvo una muestra de cenizas de maleza del Distrito de Alto Inambari del sector de Mancuari, donde se encuentra cantidad de malezas donde se logró calcinar a 400 °C, caracterizada mayormente como hierba mala en el sitio de estudio la maleza es cortada y calcinada en otras ocasiones es desechada ya que hace un mal a las cosechas. En el estudio en cuestión se usó el material genético y se fue al laboratorio en donde se recogieron muestras de calidad mediante el cuarteo. Por último, se mezcló todo para luego proseguir con los intentos.

### 4.2.2. Estudio topográfico



Para investigar las características del suelo, se solicitó a la Diputación de Sandía un plano topográfico del suelo a investigar (ver Anexo 5, 6 y 7) y se convirtió a formato AutoCAD Civil 3D, para que el suelo, con todas sus formas naturales y topografía, apareciera tal y como es en realidad.

#### 4.2.3. Exploración y muestreo de suelos

Se ha elaborado teniendo de acuerdo la Norma MC-05-14 de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, que indica que el número de sondeos en una carretera con baja carga de tráfico e IMDA no superior a 200 vehículos diarios (como en este tramo del estudio) es de 01 sondeo por kilómetro a 1.50 m de profundidad. La muestra es de 2+500 km, seleccionándose tres puntos para toma de muestras del suelo, tal como se representa en la posterior tabla.

Tabla 7. *Calicatas de la investigación.*

ELEVACIÓN (msnm)	NORTE (m)	ESTE (m)	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA
1366.93	-14. 119432°	-69. 271840°	Calicata 01	16+000
1364.80	-14. 119445°	-69. 271820°	Calicata 02	17+200
1365.40	-14. 119450°	-69. 271858°	Calicata 03	18+500

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.4. Obtención de cenizas malezas

Las cenizas de maleza se extraen de las hojas y tallos de las hierbas presentes en la zona del estudio y se queman a 400°C (40). Del estudio de Duran (40), las muestras se aplican y transportan al laboratorio, donde se toman muestras representativas a intervalos y se tamizan en la cuadrícula número 4. Por último, se mezclan las cenizas de maleza, la cal y el suelo en las proporciones especificadas anteriormente hasta obtener una muestra homogénea y se inicia el ensayo.

### 4.3. Análisis de información

#### 4.3.1. Influencia en la máxima densidad seca de la subrasante al incorporar ceniza de maleza y cal

- Análisis la máxima densidad para diferentes combinaciones de suelo, cenizas de maleza y cal.
- Seleccionar la combinación más óptima que genere la máxima densidad seca.

Las calicatas de prueba 01, 02 y 03 fueron sometidas a una prueba Proctor modificada para determinar la relación entre el contenido de humedad del suelo seco y el peso unitario, y para estimar la curva de compactación.

Se empleó un molde: 101 Diámetro .6 mm (4 pulgadas), material: 4.75 mm mediante tamiz (No. 4), el número de capas de compactación es 5, y el número de golpes por capa es 25 veces, y el uso final: 4.75 mm (No. 4) tamiz a las 20 horas % o menos en peso del material retenido.

Equipos: Requiere un troquel cilíndrico de metal de 4" de diámetro y 4,59" de alto, una extensión de troquel de 2" de diámetro, una base de metal con tornillos de mariposa para mantener el troquel en su lugar, un martillo o pistón de metal de 4,54 kg (10 lbs) que se deja caer desde una altura de 18 pulgadas con una sensibilidad de 30 gramos y finalmente colocado en un horno a una temperatura permanente de 100-110°C.

Materiales: Será necesario tomar al aire libre una muestra promedio de suelo seco de 3 a 5 kg, pasarla por un tamiz de 3/4 de pulgada, extender un poco de papel en el fondo del molde y finalmente regar.

Instrumento: Se requiere un tamiz número 4, una regla de acero, una probeta graduada de 1000 ml, una cubeta, una paleta para agitar, un recipiente metálico y un cepillo.

Método de burbuja seca:

Si la muestra tiene un alto contenido de humedad, se seca al aire limpio hasta que sea la más adecuada para comenzar la prueba, después de lo cual se deben separar los terrones.

Prepare al menos de 4 a 5 muestras con diferentes contenidos de humedad. Las muestras preparadas se deben compactar según el manual utilizando aproximadamente 2,3 kg (5 lb) de tierra tamizada.

Procedimiento:

1. Luego se hace un esfuerzo para pesar el recipiente vacío ya higienizado, para continuar con el siguiente paso.
2. El molde se asienta en el sustrato, luego se introduce el papel dentro del sustrato, esto impedirá que el ejemplar no se pegue al momento de retirarlo y de esta manera facilitar el procedimiento. Luego se empapa el collarín y se aprietan los tornillos hasta que estén amarrados.
3. La muestra ya mezclada se posiciona en la bandeja y se añade un 2 por ciento de H<sub>2</sub>O variando en cada uno de las muestras, luego se mezcla bien y se divide en 5 partes iguales para realizar el experimento.
4. La muestra se organiza para que cada capa tenga una consistencia uniforme dentro del molde, luego cada capa de la muestra se utiliza para compactar la misma cantidad de golpes (25 en cada capa).
5. Una vez que se termina de compactar la tierra, se retira el collar del recipiente y se plancha la tierra sobre el molde, resaltando algunos huecos con la ayuda de un suelo de mayor tamaño que sea 4 veces más grande que el recipiente.
6. Utilizar un rodillo o un pincel para limpiar los pisos flojos y luego pesarlos con tierra compactada.
7. Luego de haber pesado, se toma una porción del molde y se coloca en un recipiente para luego pesarlo, luego se introduce en el horno por un corto tiempo y se sacan luego para poder determinar el grado de agua que tiene.
8. observaciones: con las maneras mencionadas, se ejecutarán varias pruebas para generar una pendiente. Se requiere el mismo procedimiento para cada una de las mezclas de plantas invasoras y cal.

Se hizo el experimento de Proctor modificado, el cual dio como resultado la información que se encuentra en la siguiente tabla.

Tabla 8. *Ensayo Proctor modificado.*

Proctor modificado						
Muestra	Tipo	Suelo natural	2 %C+ 10 %CM	4 %C+ 15 %CM	6 %C+ 20 %CM	8 %C+ 25 %CM
C-1	MDS	1.61	1.67	1.71	1.78	1.65
	OCH%	18.18 %	19.23 %	20.75 %	22.05 %	23.70 %
C-2	MDS	1.55	1.63	1.69	1.71	1.6
	OCH%	18.20 %	19.52 %	20.33 %	21.25 %	22.30 %
C-3	MDS	1.63	1.64	1.66	1.69	1.58
	OCH%	19.67 %	20.01 %	22.10 %	23.30 %	24.75 %

Fuente: elaboración propia.

Se realizó una prueba Proctor modificado en las muestras de suelo natural y con incorporación de ceniza de maleza y cal, cuyos resultados se evidencian en la tabla anterior.

#### 4.3.2. Influencia en el índice de plasticidad de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal

- Cuantificación del índice de plasticidad para diferentes combinaciones de suelo, cenizas de maleza y cal.
- Seleccionar la combinación más óptima que genere el índice de plasticidad.

Las siguientes figuras de prueba 1, 2 y 3, fueron ejecutadas el ensayo de Límites de Atterberg con el fin de conseguir los resultados de Límites Líquidos, Límites Plásticos y Uniformidad de Plasticidad. El propósito que se trabajó fue en forma.

##### a. Límite Líquido (LL):

Equipo y materiales: se ha utilizado la pesa de 0.1 g de precisión, un horno que tiene una temperatura permanente de 100-110°C y un dispositivo del límite del agua (Casagrande). El siguiente recipiente fue usado con el fin de amalgamar, tarar, espátula y perforador.

Muestra: Dentro de los materiales se procedió a seleccionar en 4,6 (N° 4) y el asiduo se toma para comenzar con aproximadamente 150-200 g y luego continuar con la mezcla de agua hasta lograr una consistencia uniforme.

Procedimiento:

1. Se elabora el material dividiéndolo y luego sometiéndolo a un tamiz de número cuarenta y uno, luego se toma el material como referencia para utilizar en el experimento a una medida de aproximadamente 250 gr.
2. Luego agregarle el H<sub>2</sub>O hasta conseguir una buena humectación y dejarlo reposar por un momento. Recupera de ello con el sustento de espátula se mezcla uno con el otro hasta conseguir una mezcla uniforme, la pasta tiene que ser lisa y pegajosa.
3. Se realiza la incorporación de la mezcla del terreno, ya sea en forma de capa o en copa, hasta el momento en que esté nivelada.
4. Después, se hace el talón o corte en el centro. El procedimiento de entalladura se hace en un viaje. Luego de que se haga la perforación, es necesario observarla claramente dividida en dos partes.
5. Utilizar el método de la manivela para poner en marcha con apoyo de 15, 20 y 25 puntos, y tener la cuenta de los mismos, considerando los siguientes números de golpe: 25 a 35 hasta su cierre, 20 a 30 y 15 a 25.
6. En el momento en que se produce el procedimiento de golpe, es necesario que tenga mucho cuidado de que las dos zonas deben moverse de manera uniforme sin la existencia de una burbuja, si se nota la burbuja, se repite el procedimiento desde el lugar en que se hace la pasta en la Casagrande.

7. Se repite el procedimiento de mezclado hasta obtener una mayor cantidad de agua. Si continúa teniendo dificultades, se incrementa el número de pausas hasta que sea igual o menor a 25 puntos.
8. El contenido en agua W es identificable.

b. Límite Plástico (LP):

Equipos y materiales: Los instrumentos que se emplean son la báscula de 0.1 g de precisión y el horno que tiene una temperatura permanente de 100-110°C. Además, la espátula, que es flexible, el recipiente para almacenar, el tamiz (N° 40) y una hoja de cristal.

Muestra: La primera etapa del procedimiento es seleccionar las muestras que tienen un tamaño de entre 0,5 y 1,5 centímetros, luego se toma la muestra en cuestión y se añade el agua hasta que sea húmeda y luego se mezcla hasta que sea uniforme.

Procedimiento:

1. Se forma la pasta con la muestra escogida sobre un plano liso y apto, con los dedos de un mano con una fuerza requerida en forma elipse, y continúa por estar forado en forma de cilíndrica.
2. Antes de llegar en forma de cilindro con un cierto diámetro 3.2 mm (1/8”), que no se ha demostrado, se volverá a realizar en la cantidad de veces que sea necesario hasta el momento en que se derrumbe con un diámetro aproximadamente igual al que se indicó. Se sugerirá hacer los cortes en placas de 6 mm de amplitud. En el piso de plástico, los trozos son diminutos.
3. Se empieza por poner sobre el vidrio placas de medida circular, de modo que se recolecta hasta seis miligramos de tierra, con la ayuda de la norma MTC E 108, se determinará la hidrófilas con este instrumento.
4. Después de todo, se repetirá con el resto de la masa sobrante, los pasos 1, 2 y 3.
5. El procedimiento para realizar el ensayo se repite para cada una de las mezclas de plantas invasoras y cal.

Para las muestras de pozo No. 01, pozo No. 02 y pozo No. 03, primero se analizó el suelo natural y luego se analizó el límite líquido, el límite plástico y el índice de plasticidad final del suelo agregado con ceniza de maleza y cal, y se obtuvo en la siguiente tabla.

Tabla 9. *Ensayos de LL, LP e Índice Plástico.*

Muestra	Tipo	Suelo natural	Índice Plástico			
			2 %C+ 10 %CM	4 %C+ 15 %CM	6 %C+ 20 %CM	8 %C+ 25 %CM
C-1	Límite Líquido	45.81 %	41.60 %	37.14 %	34.56 %	32.15 %
	Límite Plástico	20.34 %	21.16 %	24.60 %	26.53 %	27.28 %
	Índice Plástico	25.47 %	20.44 %	12.54 %	8.03 %	4.86 %
C-2	Límite Líquido	48.25 %	43.25 %	40.35 %	38.17 %	34.66 %
	Límite Plástico	22.62 %	23.58 %	25.16 %	28.14 %	29.42 %
	Índice Plástico	25.63 %	19.67 %	15.19 %	10.03 %	5.23 %
C-3	Límite Líquido	49.29 %	46.77 %	42.35 %	40.37 %	36.08 %
	Límite Plástico	21.77 %	24.21 %	25.01 %	27.56 %	29.96 %
	Índice Plástico	27.56 %	22.56 %	17.34 %	12.81 %	6.12 %

Fuente: elaboración propia.

Las pruebas de L.L, L.P. e I.P. se realizaron en las muestras de suelo recolectadas en calicatas, primero con suelo natural y luego con suelo de cal y ceniza de maleza, los resultados se representan en la tabla anterior.

#### 4.3.3. Influencia en la capacidad de soporte de las subrasantes al incorporar cenizas de malezas y cal

- Cálculo de la capacidad de soporte para diferentes combinaciones de suelo, cenizas de maleza y cal.
- Seleccionar la combinación óptima que genere la capacidad de soporte.

Realice la prueba CBR en muestras de los pozos 01, 02 y 03. Primero, realice la prueba CBR en suelo natural y luego realice la prueba CBR en suelo al que se le agregó ceniza de malezas y cal, y obtenga los resultados que se muestran en la tabla anterior.

Equipos y materiales:

Su función es en pruebas de resistencia, adicionalmente para impulsar el pistón dentro del ensayo. El diafragma se encuentra en la coronilla. El recipiente de metal, de forma circular, con 6 o 7 diámetros en su interior y una altura de 3/8", está perforado en su base. Además se puede observar el disco de metal, de forma circular (5 15/16) de diámetro exterior con espesor ( $2.416 \pm 0.005$ " ) para ser insertado como falsificado en forma de fondo en un molde de compresión, mientras que la compactación, se hace un pisón de compactación que es discreto en el molde de prueba de Proctor modificado (equipo modificado), se utiliza un aparato de medida de expansión como: una placa de metal con orificios y un trípode que se puede apoyar en el contorno del molde, dos pesas de uno o dos anulares de metal, un pistón de penetración que es de tipo circular, dos diales que tienen un recorrido inferior. Un recipiente con agua de tamaño que encaje en el molde, un fogón, un separador de 4 y 3" y un pesaje de 30 g de exactitud.

Procedimiento:

1. Luego de determinar la humedad óptima y densidad máxima del suelo según la prueba de Proctor modificada.
2. Agregue agua a la muestra de suelo para obtener una humedad óptima.
3. Para compactar las muestras ya preparadas, armar el molde CBR y colocar los discos de plantas sobre una hoja de papel para que las muestras no se peguen a las plantas de discos.
4. Luego, primero haga 3 CBR en 5 capas para un total de 12 capas, el segundo haga 25 capas en 5 capas y el tercero haga 56 capas en 5 capas.
5. Después de la compactación, la nivelación se realiza al nivel del molde después de retirar el collar.



6. Sumerge el molde en un recipiente lleno de agua (algunos moldes no se sumergen).
7. Luego se procede a colocar la placa perforada y el vástago, y el peso necesario para deducir la sobrecarga.
8. Luego coloque el trípode medidor en el borde del molde, las varillas del micro comparador deben coincidir.
9. Traer el contenido del recipiente mediante el hocico de entrada con el sustento de la información de la medición de presiones de entrada.

Por lo tanto, se tienen los siguientes resultados de los ensayos realizados para las diferentes combinaciones.

Tabla 10. CBR.

Capacidad Soporte de California						
Muestra	Tipo	Suelo natural	2 %C+ 10 %CM	4 %C+ 15 %CM	6 %C+ 20 %CM	8 %C+ 25 %CM
C-1	CBR al 95 %	2.85 %	6.57 %	8.05 %	9.32 %	10.57 %
C-2	CBR al 95 %	3.57 %	6.79 %	8.34 %	10.09 %	11.45 %
C-3	CBR al 95 %	3.39 %	6.20 %	6.68 %	10.49 %	11.05 %

Fuente: elaboración propia.

Posterior a la obtención de resultados provenientes del laboratorio, tanto para el suelo natural y seguido el suelo con incorporación de cenizas de malezas y cal, se obtuvo lo exhibido en la anterior tabla.

#### 4.3.4. Influencia en el módulo de resiliencia de las subrasantes al incorporar cenizas de maleza y cal

- Determinación del módulo de resiliencia para diferentes combinaciones de suelo, cenizas de maleza y cal.
- Seleccionar la combinación más óptima que genere el módulo de resiliencia.

El CBR se relaciona con las fórmulas mencionadas en el marco teórico, lo que lleva a los resultados que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11. *Módulo de resiliencia.*

Módulo de Resiliencia						
Muestra	Tipo	Suelo natural	2 %C+ 10 %CM	4 %C+ 15 %CM	6 %C+ 20 %CM	8 %C+ 25 %CM
C-1	Mr (ksi)	5.22 %	8.88 %	10.23 %	10.96 %	11.89 %
C-2	Mr (ksi)	6.32 %	9.01 %	10.53 %	11.58 %	12.36 %
C-3	Mr (ksi)	5.89 %	8.53 %	8.96 %	11.86 %	12.03 %

Fuente: elaboración propia.

Una vez realizado el ensayo para la obtención del módulo de resiliencia, los valores obtenidos son presentados en la anterior tabla.

4.3.5. Influencia en la estabilización de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal

- Determinación de la estabilización de las subrasantes para diferentes combinaciones de suelo, cenizas de maleza y cal.
- Seleccionar la combinación más óptima que genere la estabilización de las subrasantes.

Tabla 12. *Estabilización de la subrasante.*

Estabilización de la subrasante						
Muestra	Tipo	Suelo natural	2 %C+ 10 %CM	4 %C+ 15 %CM	6 %C+ 20 %CM	8 %C+ 25 %CM
C-1	Densidad máxima	1.61	1.67	1.71	1.78	1.65
	Índice Plástico	25.47 %	20.44 %	12.54 %	8.03 %	4.86 %
	CBR	2.85 %	6.57 %	8.05 %	9.32 %	10.57 %
	Módulo de resiliencia	5.22	8.88	10.23	10.96	11.89
C-2	Densidad máxima	1.55	1.63	1.69	1.71	1.6
	Índice Plástico	25.63 %	19.67 %	15.19 %	10.03 %	5.23 %
	CBR	3.57 %	6.79 %	8.34 %	10.09 %	11.45 %
	Módulo de resiliencia	6.32	9.01	10.53	11.58	12.36

C-3	Densidad máxima	1.63	1.64	1.66	1.69	1.58
	Índice Plástico	27.56 %	22.56 %	17.34 %	12.81 %	6.12 %
	CBR	3.39 %	6.20 %	6.68 %	10.49 %	11.05 %
	Módulo de resiliencia	5.89	8.53	8.96	11.86	12.03

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Resultados de la investigación

##### 4.4.1. Resultados de la influencia en la máxima densidad seca de la subrasante al incorporar ceniza de maleza y cal

Tabla 13. Resultados de la influencia en la máxima densidad seca.

DESCRIPCIÓN	C1	C2	C3
Suelo Natural	1.61 g/cm <sup>3</sup>	1.55 g/cm <sup>3</sup>	1.63 g/cm <sup>3</sup>
Suelo Natural + 10 % Ceniza de Maleza + 2 % Cal	1.67 g/cm <sup>3</sup>	1.63 g/cm <sup>3</sup>	1.64 g/cm <sup>3</sup>
Suelo Natural + 15 % Ceniza de Maleza + 4 % Cal	1.71 g/cm <sup>3</sup>	1.66 g/cm <sup>3</sup>	1.66 g/cm <sup>3</sup>
Suelo Natural + 20 % Ceniza de Maleza + 6 % Cal	1.78 g/cm <sup>3</sup>	1.71 g/cm <sup>3</sup>	1.69 g/cm <sup>3</sup>
Suelo Natural + 25 % Ceniza de Maleza + 8 % Cal	1.65 g/cm <sup>3</sup>	1.6 g/cm <sup>3</sup>	1.58 g/cm <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

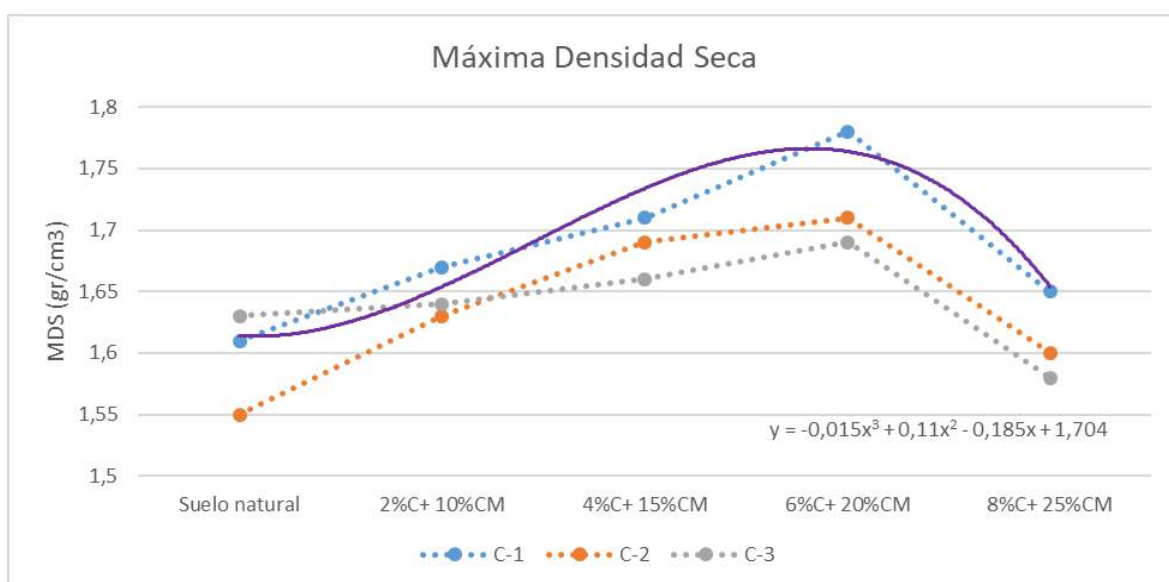


Figura 7. Máxima densidad seca.

En la tabla 13 y la figura 7 se muestra la influencia en la máxima densidad seca desde 1.63 g/cm<sup>3</sup>, 1.66 g/cm<sup>3</sup>, 1.69 g/cm<sup>3</sup> y 1.58 g/cm<sup>3</sup> (para combinaciones de 10 % de cenizas de maleza + 2 % de cal, 15 % de cenizas de maleza + 4 % de cal, 20 % de cenizas de maleza + 6 % de cal y 25 % de cenizas de maleza + 8 % de cal) respectivamente, obteniéndose el mayor valor de 1.69 g/cm<sup>3</sup> coeficiente de variación para el 20 % de ceniza de maleza y 6 % de cal; para adiciones superiores, la máxima densidad seca tiende a disminuir.

4.4.2. Resultados de la influencia en el índice de plasticidad de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal

Tabla 14. Resultados de la influencia en el índice de plasticidad.

DESCRIPCIÓN	C1	C2	C3
Suelo Natural	25.47 %	25.63 %	27.56 %
Suelo Natural + 10 % Ceniza de Maleza + 2 % Cal	20.44 %	19.67 %	22.56 %
Suelo Natural + 15 % Ceniza de Maleza + 4 % Cal	12.54 %	15.19 %	17.34 %
Suelo Natural + 20 % Ceniza de Maleza + 6 % Cal	8.03 %	10.03 %	12.81 %
Suelo Natural + 25 % Ceniza de Maleza + 8 % Cal	4.86 %	5.23 %	6.12 %

Fuente: elaboración propia.

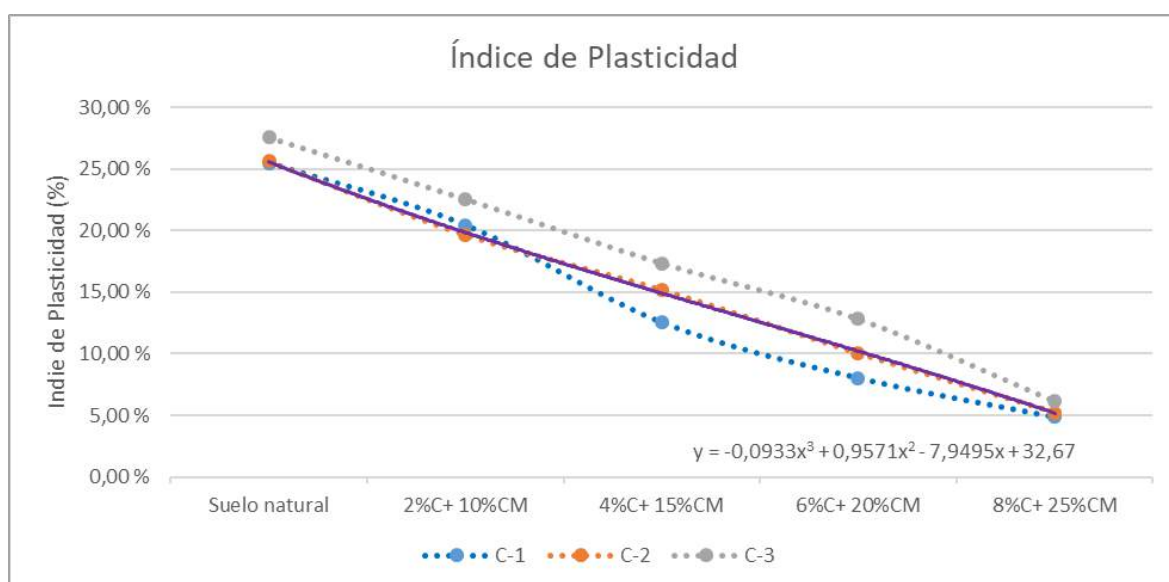


Figura 8. Índice de plasticidad.

En la tabla 14 y la figura 8 se muestra la influencia en el índice de plasticidad desde 22.56 %, 17.34 %, 12.81 % y 6.12 % (para combinaciones de 10 % de cenizas de maleza + 2 % de cal, 15 % de cenizas de maleza + 4 % de cal, 20 % de cenizas de maleza + 6 % de cal y 25 % de cenizas de maleza + 8 % de cal) respectivamente, obteniéndose el menor valor de 6.12 % para el 25 % de ceniza de maleza + 8 % de cal.

#### 4.4.3. Resultados de la influencia en la capacidad de soporte de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal

Tabla 15. Resultados del cálculo de la influencia en la capacidad de soporte.

DESCRIPCIÓN	C1	C2	C3
Suelo Natural	2.85 %	3.57 %	3.39 %
Suelo Natural + 10 % Ceniza de Maleza + 2 % Cal	6.57 %	6.79 %	6.20 %
Suelo Natural + 15 % Ceniza de Maleza + 4 % Cal	8.05 %	8.34 %	6.68 %
Suelo Natural + 20 % Ceniza de Maleza + 6 % Cal	9.32 %	10.09 %	10.49 %
Suelo Natural + 25 % Ceniza de Maleza + 8 % Cal	10.57 %	11.45 %	11.45 %

Fuente: elaboración propia.

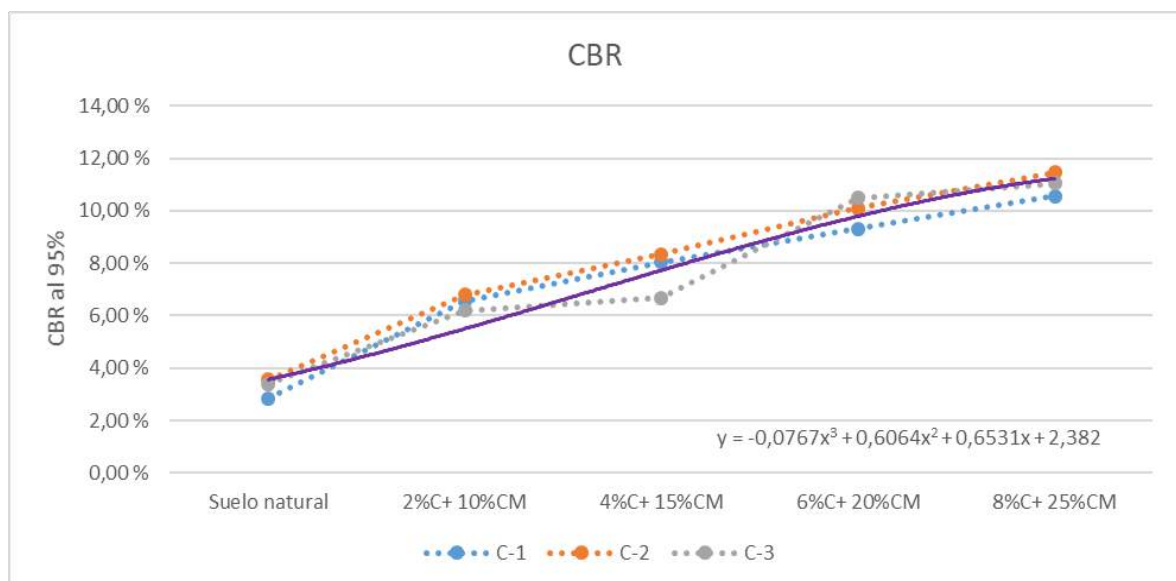


Figura 9. CBR.

En la tabla 15 y la figura 9 se muestra la influencia en el CBR desde 6.20%, 6.68%, 9.32% y 10.57% (para combinaciones de 10% de cenizas de maleza + 2% de cal, 15% de cenizas de maleza + 4% de cal, 20% de cenizas de maleza + 6% de cal y 25% de cenizas de maleza + 8% de cal) respectivamente, obteniéndose el mayor valor de 10.57 % para el 25% de ceniza de maleza + 8% de cal; para porcentajes superiores a éste, el CBR tiende a aumentar.

4.4.4. Resultados de la influencia en el módulo de resiliencia de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal

Tabla 16. Resultados del cálculo de la influencia en el módulo de resiliencia.

DESCRIPCIÓN	C1	C2	C3
Suelo Natural	4.99 ksi	5.77 ksi	5.58 ksi
Suelo Natural + 10 % Ceniza de Maleza + 2 % Cal	8.52 ksi	8.71 ksi	8.21 ksi
Suelo Natural + 15 % Ceniza de Maleza + 4 % Cal	9.71 ksi	9.93 ksi	8.61 ksi
Suelo Natural + 20 % Ceniza de Maleza + 6 % Cal	10.66 ksi	11.22 ksi	11.50 ksi
Suelo Natural + 25 % Ceniza de Maleza + 8 % Cal	11.56 ksi	12.16 ksi	11.89 ksi

Fuente: elaboración propia.

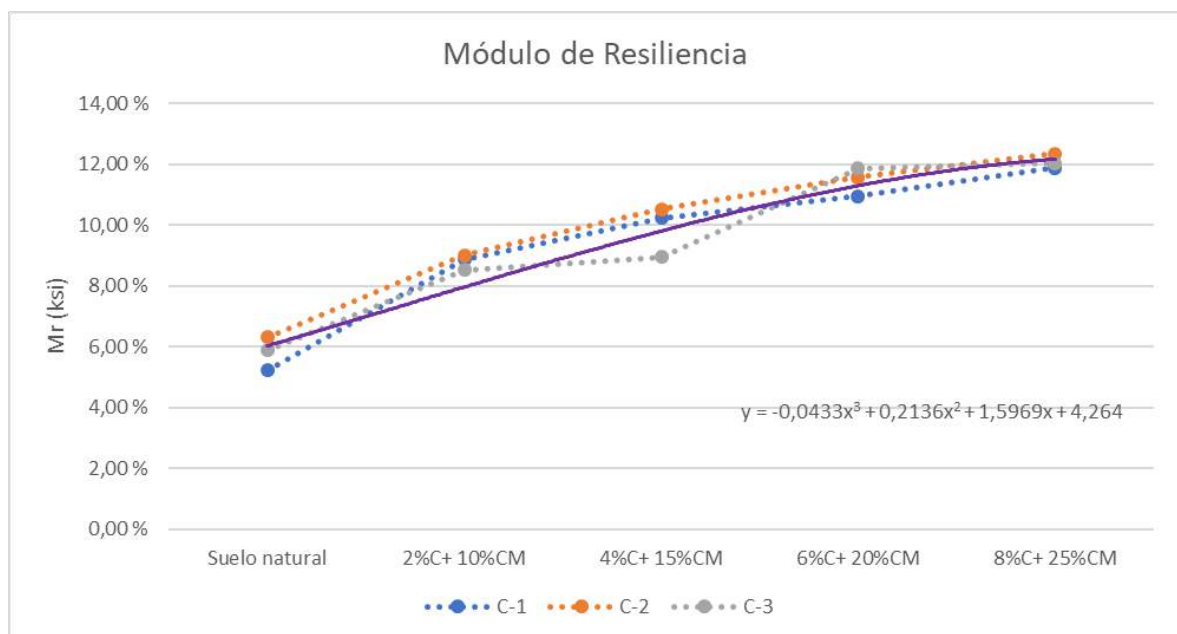


Figura 10. Módulo de resiliencia.

En la tabla 16 y la figura 10 se muestra la influencia en el módulo de resiliencia desde 8.21 ksi, 8.61 ksi, 10.66ksi y 11.56ksi (para combinaciones de 10 % de cenizas de maleza + 2 % de cal, 15 % de cenizas de maleza + 4 % de cal, 20 % de cenizas de maleza + 6 % de cal y 25 % de cenizas de maleza + 8 % de cal) respectivamente, obteniéndose el mayor valor 11.56 ksi para el 25 % de ceniza de maleza y 8 % de cal , observándose que, para porcentajes superiores a ésta, el módulo de resiliencia tiende a aumentar.

#### 4.4.5. Resultados de la influencia en la estabilización de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal

Tabla 17. Resultados de la estabilización de la subrasante.

Estabilización de la subrasante					
Tipo	Suelo natural	2 %C+ 10 %CM	4 %C+ 15 %CM	6 %C+ 20 %CM	8 %C+ 25 %CM
Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.63	1.69	1.69	1.58
Índice plástico	27.56 %	22.56 %	17.34 %	12.81 %	6.12 %
CBR	2.85 %	6.20 %	6.68 %	9.32 %	10.57 %
Módulo de resiliencia	5.22	8.53	8.96 %	10.96	11.89

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 17 se muestra la influencia de la densidad máxima de 1.63 g/cm<sup>3</sup> , 1.69 g/cm<sup>3</sup> , 1.69 g/cm<sup>3</sup> y 1.58 g/cm<sup>3</sup>, el índice plástico de 22.56 %, 17.34 %, 12.81 % y 6.12 %, el CBR de 6.20 %, 6.68 %, 9.32 % y 11.56 %, y módulo de resiliencia de 8.21 ksi, 8.61 ksi, 10.66 ksi y 11.56 ksi para combinaciones de 10 % de cenizas de maleza + 2 % de cal, 15 % de cenizas de maleza + 4 % de cal, 20 % de cenizas de maleza + 6 % de cal y 25 % de cenizas de maleza + 8 % de cal respectivamente, obteniéndose los mejores resultados para 25 % de cenizas de maleza + 8 %, asimismo, superiores a éste, en la mayoría de casos tiende a aumentar.

#### 4.5. Prueba de hipótesis

#### 4.5.1. Contraste de hipótesis 1

- $H_0$ : No influye significativamente en la máxima densidad seca de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandía-Alto Inambari, Puno 2022.
- $H_1$ : Influye significativamente en la máxima densidad seca de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandía-Alto Inambari, Puno 2022.

Tabla 18. Prueba de normalidad de MDS.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Suelo natural	.292	3	.	.923	3	.463
Suelo 2 %C + 10 %CM	.292	3	.	.923	3	.463
Suelo 4 %C + 15 %CM	.219	3	.	.987	3	.780
Suelo 6 %C + 20 %CM	.304	3	.	.907	3	.407
Suelo 8 %C + 25 %CM	.276	3	.	.942	3	.537

Fuente: elaboración propia.

Coincidiendo con el número de significancia bilateral en las unidades analizadas, se obtuvo un valor superior a 0.05 lo que indica que, en este escenario, los datos proceden de una normal distribución y, por tanto, se procede a la utilización de la prueba de ANOVA.

Tabla 19. Prueba de ANOVA para MDS.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0.003	2	0.002	72.36	0.000
Intra-grupos	0.000	0			
Total	0.003	2			

Fuente: elaboración propia.



La anterior tabla evidencia el valor de significancia, el cual es menor al p-valor, por lo cual se valida la hipótesis alterna, entonces la incorporación de cenizas de maleza y cal influye significativamente en la máxima densidad seca.

#### 4.5.2. Hipótesis 2

- $H_0$ : No influye significativamente en el I.P. de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.
- $H_1$ : Influye significativamente en el I.P de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.

Tabla 20. Prueba de normalidad I.P.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Suelo natural	.361	3	.	.807	3	.131
Suelo 2 %C + 10 %CM	.285	3	.	.932	3	.497
Suelo 4 %C + 15 %CM	.194	3	.	.996	3	.885
Suelo 6 %C + 20 %CM	.210	3	.	.991	3	.821
Suelo 8 %C + 25 %CM	.272	3	.	.946	3	.553

Fuente: elaboración propia.

Coincidiendo con el valor de significancia bilateral en las unidades analizadas, se obtuvo un valor superior a 0.05 lo que indica que, en este escenario, los datos proceden de una distribución normal y, por ello, se procede a la utilización de la prueba de ANOVA.

Tabla 21. Prueba de ANOVA para I.P.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2.706	2	1.353	52.36	0.000
Intra-grupos	.000	0	.		
Total	2.706	2			

Fuente: elaboración propia.

En función de la tabla anterior, se evidencia que la significancia es menor al p-valor, por lo cual se valida la hipótesis alterna, entonces, la incorporación de cenizas de maleza y cal influye significativamente en el I.P. de los suelos.

#### 4.5.3. Hipótesis 3

- $H_0$ : No influye significativamente en la capacidad de soporte de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.
- $H_1$ : Influye significativamente en la capacidad de soporte de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.

Tabla 22. Prueba de normalidad para CBR.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Suelo natural	.292	3	.	.923	3	.463
Suelo 2 %C + 10 %CM	.233	3	.	.979	3	.722
Suelo 4 %C + 15 %CM	.324	3	.	.876	3	.314
Suelo 6 %C + 20 %CM	.249	3	.	.968	3	.655
Suelo 8 %C + 25 %CM	.191	3	.	.997	3	.900

Fuente: elaboración propia.

Coincidiendo con el valor de significancia bilateral en las unidades analizadas, se obtuvo un valor superior a 0.05 lo que indica que, en este escenario, los datos proceden de una normal distribución.

Tabla 23. Prueba de ANOVA para CBR.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.281	2	.140	42.36	0.000
Intra-grupos	.000	0	.		
Total	.281	2			

Fuente: elaboración propia.

En función de la tabla anterior, resulta el valor de significancia menor al p-valor, así que se valida la hipótesis alterna, siendo así que la incorporación de cenizas de maleza y cal influye significativamente en el CBR del suelo.

#### 4.5.4. Hipótesis 4

- $H_0$ : No influye significativamente en el módulo de resiliencia de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.
- $H_1$ : Influye significativamente en el módulo de resiliencia de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.

Tabla 24. Prueba de normalidad módulo de resiliencia.

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Suelo natural	.251	3	.	.966	3	.644
Suelo 2 %C + 10 %CM	.283	3	.	.935	3	.506
Suelo 4 %C + 15 %CM	.318	3	.	.887	3	.346
Suelo 6 %C + 20 %CM	.264	3	.	.955	3	.590
Suelo 8 %C + 25 %CM	.270	3	.	.948	3	.562

Fuente: elaboración propia.

Coincidiendo con el valor de significancia bilateral en las unidades analizadas, se obtuvo un valor superior a 0,05 lo que indica que, en este escenario, los datos proceden de una distribución normal y, por ello, se procede a la utilización de la prueba ANOVA.

Tabla 25. Prueba de ANOVA de módulo de resiliencia.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,528	2	,264	75.86.	0.000.
Intra-grupos	,000	0	.		
Total	,528	2			

Fuente: elaboración propia.

En función a lo obtenido anteriormente, se observa que el valor de significancia es menor al p-valor, siendo así validada la hipótesis. alterna, por lo cual, la incorporación de cenizas de maleza y cal influye significativamente en el módulo de resiliencia del suelo.

#### 4.6. Discusión de resultados

##### 4.6.1. Discusión 1

Una vez cuantificada la máxima densidad seca, se obtuvo que varió desde 1.63, 1.66, 1.69 y 1.58 para dosificaciones de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM respectivamente, obteniéndose el mayor valor de 1.69 para el 6 %C + 20 %CM, por lo cual es apropiado afirmar que la incorporación de cenizas de maleza y cal influyó significativamente, además para valores mayores a 6 % de cal + 20 % de ceniza de maleza este valor tiende a ser inferior. Al respecto, Parra (11) consiguió por medio de una investigación aplicada y experimental que el suelo adicionado con cal y ceniza volante aumentó la máxima densidad seca proporcionando una mayor firmeza al caolín, sin embargo, la ceniza solo mejoró mínimamente el suelo siendo la opción de 4 % de adición la más favorable. Asimismo, Cristóbal y Quinte (12) consiguieron como resultados de sus análisis al adicionar cenizas de eucalipto que el suelo analizado aumentó la máxima densidad seca hasta un 1.997 para la opción con 10 % de adición de cenizas de eucalipto, evidenciando como los resultados obtenidos en la investigación son conformes a los evidenciados en los antecedentes seleccionados.

#### 4.6.2. Discusión 2

A partir de los estudios de laboratorio, se determinó el I.P. y como varió desde 22.56 %, 17.34 %, 12.81 % y 6.12 % para contenidos de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM respectivamente, siendo así el menor valor de 6.12 para el 8 %C + 25 %CM, por lo cual se intuye que a mayor porcentaje de cal y cenizas de maleza menor es el I.P. de la subrasante, de modo que la incorporación de cenizas de maleza y cal influyó significativamente en el I.P. Al respecto, Villacís *et al.* (7) alcanzaron que el suelo adicionado con cenizas volcánicas y ceniza de cascarilla de arroz logró una reducción en los efectos de cambio de volumen característicos de la arcilla expandida pura e índice de plasticidad. En contraste, Alarcón *et al.* (9) evidenció en su estudio que el suelo adicionado con lodos aceitosos al 6 % el índice de plasticidad disminuye, mientras que al 8 % de lodo, el efecto es ineficaz y el material tiene la misma plasticidad que la materia prima.

#### 4.6.3. Discusión 3

Al estimar la variación de la capacidad de soporte se obtuvo como resultante 6.20 %, 6.68 %, 9.32 % y 10.57 % para contenidos de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM respectivamente, obteniéndose el mayor valor de 10.57 % para el 8 %C + 25 %CM, lo cual denota que al aumentar los porcentajes de cal y ceniza de maleza estos aumentan el valor de CBR de la subrasante, por ello, la incorporación de estos materiales influyó significativamente en el CBR del suelo. Al respecto, Chirinos *et al.* (8) consiguió que el CBR del suelo con ceniza de cáscara de arroz es el más favorable debido a que este aumenta sus propiedades mecánicas. En concordancia, Medina y Villar (14) tras su estudio concluyen que el suelo con cal y ceniza de carbón presentó un aumento del CBR desde 36 % hasta 44 % a una proporción de 4 % de cal y 5 % de cenizas de carbón, cumpliendo los objetivos debido a la obtención de resultados a partir de metodologías similares en los antecedentes.

#### 4.6.4. Discusión 4

Se obtuvo una variación del módulo de resiliencia desde 8.53 ksi, 8.96 ksi, 10.96 ksi y 11.89 ksi para contenidos de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM respectivamente, obteniéndose el mayor valor de 11.89 ksi para el 8 %C + 25 %CM, denotando como influyó significativamente al aumentar los porcentajes de cal y ceniza de maleza, ya que estos aumentan el módulo de resiliencia. Al respecto, Cristóbal y Quinte (12) consiguieron denotar como el suelo adicionado con cenizas de eucalipto aumenta a valores de 13.32 ksi para el 10 % de ceniza de eucalipto, evidenciando que, para porcentajes mayores a ésta, el módulo de resiliencia suele disminuir. En concordancia, Quispe (15) obtuvo que la adición de compuestos inorgánicos con confianza del 95 % y nivel de significancia del 0.05, varía el módulo de resiliencia del suelo significativamente. En relación a los resultados expuestos, estos concuerdan con los antecedentes de la investigación y su metodología, por lo cual se cumplen los objetivos.

#### 4.6.5. Discusión 5

Al incorporar cenizas de maleza y cal, esto influyó significativamente para la estabilización de la subrasante, el suelo con la adición de 8 %C + 25 %CM favoreció un incremento en la densidad máxima seca en 1.02 %, el I.P. disminuyó en un 77.79 %, el CBR fue incrementado en un 270.87 %, además el módulo de resiliencia se incrementó en un 127.78 %. Al respecto, Quispe (15) determinó que el suelo con compuestos inorgánicos aumenta su máxima densidad seca con un valor de  $2.30 \pm 0.08 \text{ g/cm}^3$  a partir de la incorporación del 20 % y del 25 % respectivamente, disminuyó su índice de plasticidad con un valor de  $5.19 \pm 0.12 \%$ , el CBR aumentó con un valor de  $10.07 \pm 0.28 \text{ g/cm}^3$ , esto confirma que la estabilización del suelo es variable, ya que los resultados de la estabilización mejoran con el aumento de la proporción de compuestos inorgánicos. En concordancia, Medina y Villar (14) alcanzaron como resultado que la estabilización de la subrasante aumenta considerablemente al añadir el 4 % de cal ya que este aumentó el CBR al 95 % en un 42 %, además el CBR al 100 % en un 44 %, resultados muy similares a los obtenidos y siguiendo metodologías conformes.

## CONCLUSIONES

1. Al adicionar cenizas de maleza y cal en proporciones de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM, la máxima densidad seca cambia de 1.63, 1.66, 1.69 y 1.58 respectivamente, obteniéndose el mayor valor de 1.69 para el 6 %C + 20 %CM. Se concluye que al incorporar cal y cenizas de maleza al suelo para subrasante, esta influye en la máxima densidad seca aumentándola gradualmente hasta la dosificación de 6 %C + 20 %CM, una vez se excede esta dosificación como es en el caso de 8 %C + 25 %CM la máxima densidad seca tiende a disminuir.
2. Al adicionar cenizas de maleza y cal en proporciones de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM, el índice de plasticidad disminuye 22.56 %, 17.34 %, 12.81 % y 6.12 % respectivamente, obteniendo como menor valor 6.12 % para el 8 %C + 25 %CM. Se concluye que la incorporación de cal y cenizas de maleza influye disminuyendo de manera gradual el índice plástico, siendo así, inversamente proporcional a la adición de cenizas de maleza y cal, a mayor adición menor índice de plasticidad.
3. Al adicionar cenizas de maleza y cal en proporciones de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM, el CBR varía desde 6.20 %, 6.68 %, 9.32 % y 10.57 % respectivamente, obteniéndose el mayor valor de 10.57 % para el 8 %C + 25 %CM, concluyendo así que la incorporación de cal y cenizas de maleza influye aumentando gradualmente el CBR, para dosificaciones superiores de cenizas de maleza y cal, el CBR tiende a aumentar.
4. Al adicionar cenizas de maleza y cal en proporciones de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM, el módulo de resiliencia varía desde 8.21 ksi, 8.61 ksi, 10.66 ksi y 11.56 ksi respectivamente, obteniéndose el mayor valor de 11.56 ksi para el 8 %C + 25 %CM. Se concluye que el porcentaje de cenizas de maleza y cal es directamente proporcional al módulo de resiliencia, mientras mayor porcentaje mayor módulo de resiliencia.
5. Al adicionar cenizas de maleza y cal en proporciones de 2 %C + 10 %CM, 4 %C + 15 %CM, 6 %C + 20 %CM, y 8 %C + 25 %CM, esta influye significativamente en su estabilización, el suelo con incorporación de 8 %C + 25 %CM incrementó la densidad máxima seca en 1.02 %, el I.P. disminuyó en un 77.79 %, el CBR se incrementó en un 270.87 % y el módulo de resiliencia se incrementó en un 127.78 %.



## RECOMENDACIONES

1. Es recomendable no realizar adiciones superiores a 8 %C + 25 %CM para la mejora y estabilización de suelos arcillosos, se evidencia que mayores dosificaciones de ceniza de maleza y cal disminuyen la densidad máxima seca.
2. Para lograr un incremento en la estabilidad volumétrica del suelo disminuyendo su sensibilidad al agua, es recomendable realizar adiciones de cenizas de maleza y cal a partir de 8 %C + 25 %CM, con rigurosidad al aumentar estas proporciones ya que al aumentar estas proporciones disminuye el índice de plasticidad, sin embargo, a su vez disminuye su máxima densidad seca.
3. Se recomienda adicionar a partir de 8 % de cal y 25 % de cenizas de maleza para la optimizar la capacidad soporte del suelo, debido a que mayores proporciones tienden a aumentar el CBR.
4. Se recomienda emplear a partir de 8 % de cal y 25 % de cenizas de maleza en la estabilización de subrasantes con la finalidad de aumentar el módulo de resiliencia. Un mayor porcentaje de ceniza de maleza y cal tienden a aumentarlo.
5. Se recomienda a futuros investigadores aumentar las proporciones de cenizas de maleza y cal, con la finalidad de profundizar en el uso de estos aditivos y cómo influyen en la estabilización de suelos, especialmente para minimizar el impacto ambiental derivado de la utilización de materiales convencionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) HANANDEH, S., ARDAH, A. y ABU-FARSAKH, M. Using artificial neural network and genetics algorithm to estimate the resilient modulus for stabilized subgrade and propose new empirical formula. *Transportation Geotechnics*, 2020, 24.
- (2) GARNICA, P., MARTÍNEZ, G. y PRADO, E. Algunos aspectos de la resistencia a la tensión y fatiga en suelos arcillosos estabilizados con cal. *Instituto Mexicano de Transporte*, 2003, (230). ISSN: 0188-7297.
- (3) MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Estabilización química de suelos - Caracterización del estabilizador y evaluación de propiedades de comportamiento del suelo mejorado*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2004.
- (4) APAZA, W. y NINAJA, W. Influencia de lodos de concreto sobre la estabilización de subrasante de la carretera Suchis - Sucasco, Puno 2022. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Callao: Universidad César Vallejo, 2022.
- (5) LABRADA, R., CASELEY, J. y PARKER, C. *Manejo de malezas para países en desarrollo*. Roma: FAO, 1996. ISBN: 92-5-303427-0.
- (6) MONTEJO, R., RAYMUNDO, J. y CHÁVEZ, J. Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en cías de bajo tránsito de Piura. *Tzhoecoen*, 2020, 12(1), 131-140 pp. ISSN: 1997-8731.
- (7) VILLACÍS, M., y otros. Estabilización de arcillas expansivas con cenizas volcánicas y ceniza de cascarilla de arroz. *Revista Tecnológica ESPOL*, 2022, 34(2), 15-28 pp. ISSN: 0257-1749.
- (8) CHIRINOS, E., RODRÍGUEZ, E. y MUÑOZ, S. Métodos de estabilización de suelos arcillosos para mejorar el CBR con fines de pavimentación. *Suelos Ecuatoriales*, 2021, 51(1), 72-92 pp. ISSN: 0562-5351.
- (9) ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M. y BENÍTEZ, R. *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso*. *Rev. Ingeniería de Construcción*, 2020, 35(1). ISSN: 0718-5073.
- (10) SALINAS, J. y VILLAGO, R. Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante, utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación nueva vía en la comuna bajadita de colonche de la Parroquia Colonche. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.
- (11) PARRA, M. Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Trabajo de grado (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

- (12) CRISTÓBAL, F. y QUINTE, M. Estabilización de subrasante con cenizas de eucalipto, paraje turístico Piedra Parada, Concepción, Junín 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Continental, 2022.
- (13) QUISPE, J. y TARIFA, W. Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2022.
- (14) MEDINA, J. y VILLAR, W. Estabilización de subrasante incorporando cal y ceniza de carbón en el Centro Poblado de Conache, distrito de Laredo, La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2022.
- (15) QUISPE, E. Estabilización de subrasantes blandos, con adición de compuestos inorgánicos en vías no pavimentadas de la urbanización Fonavi, Abancay-Apurímac 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021.
- (16) ABANTO, L. y SALINAS, F. Análisis de la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2021.
- (17) MORTIMER, A. *The biology of weeds*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1990. ISBN: 0632024593.
- (18) MONTEJO, A., MONTEJO, A. y MONTEJO, A. *Estabilización de suelos*. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. ISBN: 9789587628784.
- (19) SANZ, J. *Fundamentos de mecánica del suelo. Proyecto de muros y cimentaciones*. España: Editores Técnicos Asociados, 1975. ISBN: 84-7146-022-X.
- (20) RICO, A. y DEL CASTILLO, H. *La Ingeniería de suelos en las vías terrestres. Carreteras, ferrocarriles y aeropistas*. México: Limusa, 2005. ISBN: 968-18-0054-0.
- (21) CRESPO, C. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Noriega Ed., 2004. ISBN: 968-18-6489-1.
- (22) ANCADE, A. *Manual de estabilización de suelos con cemento y cal*. España: IECA, 2003. ISBN: 978-84-89702-23-3.
- (23) GUERRERO, J. *Ingeniería de vías férreas*. México: s.n., 2017. ISBN: 978-1-326-93551-1.
- (24) MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de carreteras suelos Geología, geotenia y pavimentos - Sección suelos y Pavimentos*. Lima: MTC, 2014.
- (25) MONTEJO, A. *Ingeniería de pavimentos*. Bogotá: Stella Valbuena de Fierro, 1998. ISBN: 958-96036-2-9.

- (26) DE SOLMINIHAC, H., ECHEVEGUREN, T. y CHAMORRO, A. *Gestión de infraestructura vial*. Bogotá: Alfaomega, 2019. ISBN: 978-958-778-507-4.
- (27) FERNÁNDEZ, J. *Pavimentos bituminosos en frío*. España: Editores Técnicos Asociados, 1983. ISBN: 84-7146-242-7.
- (28) MÚNERA, J. y AGUILAR, J. Estimación del módulo resiliente para materiales granulares de Costa Rica. *Rev. Infraestructura Vial*, 2019, 21(37), 12-20 pp. ISSN: 2215-3705.
- (29) ROJAS, A. y CONDE, E. Estimación del factor "R" de la ecuación universal de pérdida de suelos para el centro-este de la República Argentina. *Ciencia del suelo*, 1983, 3(1).
- (30) GARCÍA, F. *El topógrafo descalzo*. México: Ed. Pax México, 2005. ISBN: 968-860-793-2.
- (31) NIÑO, V. *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. ISBN: 978-958-8675-94-7.
- (32) VALDERRAMA, S. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. Lima: San Marcos, 2002. ISBN: 978-612-302-878-7.
- (33) HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- (34) CABEZAS, E., ANDRADE, D. y TORRES, J. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. ISBN: 978-9942-765-44-4.
- (35) RIVAS, E. *Estadística aplicada*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1975.
- (36) GÓMEZ, M. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Argentina: Brujas, 2006. ISBN: 987-591-026-0.
- (37) ROBLES, P. y ROJAS, M. La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Rev. Nebrija de Lingüística Aplicada*, 2015, 18.
- (38) ANASTASI, A. y URBINA, S. *Test psicológicos*. México: Prentice Hall, 1998. ISBN: 970-17-0186-0.
- (39) OSEDA, D. y CHENET, M. *Metodología de la investigación*. Huancayo: Pirámide, 2015.
- (40) DURAN, G. *Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos*. *Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities*, 2019. ISBN: 978-0-9993443-6-1.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia.

**Título de la tesis:** Estabilización de subrasantes de caminos vecinales en zonas tropicales con cenizas de maleza y cal, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Método
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo influye en la estabilización de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> ¿Cómo influye en la máxima densidad seca de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?</p> <p>¿Cómo influye en el índice de plasticidad de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?</p> <p>¿Cómo influye en la capacidad de soporte de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?</p> <p>¿Cómo influye en el módulo de resiliencia de las subrasantes la incorporación de ceniza de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia en la estabilización de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Determinar la influencia en la máxima densidad seca de la subrasante al incorporar ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022</p> <p>Determinar la influencia en el índice de plasticidad de las subrasantes al incorporar ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022</p> <p>Determinar la influencia en la capacidad de soporte de las subrasantes al incorporar ceniza de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari Puno 2022</p> <p>Determinar la influencia en el módulo de resiliencia de las subrasantes al incorporar ceniza de malezas y cal en la carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Influye significativamente en la estabilización de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> Influye significativamente en la máxima densidad seca de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.</p> <p>Influye significativamente en el índice de plasticidad de las subrasantes la incorporación de ceniza de maleza y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.</p> <p>Influye significativamente en la capacidad de soporte de las subrasantes la incorporación de ceniza de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.</p> <p>Influye significativamente en el módulo de resiliencia de las subrasantes la incorporación de cenizas de malezas y cal en los caminos vecinales en zonas tropicales, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> V1: Cenizas de malezas y cal.</p> <p><b>Variable dependiente:</b> V2: Estabilización de subrasante.</p>	<p>D1: Peso específico</p> <p>D2: Granulometría</p> <p>D3: Dosificación</p> <p>D1: Máxima densidad seca</p> <p>D2: Índice de plasticidad</p> <p>D3: Capacidad de soporte</p> <p>D4: Módulo de resiliencia</p>	<p>11: 2000 - 2500 kg/m<sup>3</sup> 12: 1500 - 2000 kg/m<sup>3</sup> 13: 1000 - 1500 kg/m<sup>3</sup></p> <p>11: 3" - N° 4 12: N° 4 - N° 200 13: &lt; N° 200</p> <p>11: 2 % CAL + 10 % CM 12: 4 % CAL + 15 % CM 13: 6 % CAL + 20 % CM 14: 8 % CAL + 25 % CM</p> <p>11: Alto 12: Medio 13: bajo</p> <p>11: L.L. 12: L.P.</p> <p>11: Pobre 12: Regular 13: Buena</p> <p>11: Pobre 12: Regular 13: Buena</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Método Científico, conforme a Niño (31 pág. 26) "demostrar, verificar la realidad y dar soluciones".</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada, menciona Valderrama (32 pág. 164) que "esto se basa en descubrir".</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo, mencionan Hernández <i>et al.</i> (33 pág. 95) que "es más que una simple explicación de conceptos".</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental, mencionan Cabezas <i>et al.</i> (34) que "se realiza la manipulación de variables independientes para analizar causa-efecto sobre variables dependientes".</p> <p><b>Población:</b> Subrasantes de la vía Sandia- Alto Inambari. Según Cabezas <i>et al.</i> (34 pág. 164) es el "conjunto de todas las unidades de muestreo".</p> <p><b>Muestra:</b> Subrasantes de la vía Sandia - Alto Inambari que tiene una distancia de 48 km. Según Hernández <i>et al.</i> (33 pág. 175) "la muestra es un subgrupo de la población".</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico. Hernández <i>et al.</i> (33 pág. 176) mencionan que "depende de las características o los propósitos del investigador".</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha de recolección de datos. Según Rivas (35) la "observación directa se debe tomar en cuenta el tema y problema".</p>

## Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZA DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA - ALTO INAMBARI, PUNO 2022

AUTOR : BACH. MARAZA LIPA SHERLEY NEEDA

								EXPERTO		
								A	B	C
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>										
UBICACIÓN:										
DISTRITO:	ALTO INAMBARI			ALTITUD:	1340 m. s. n. m					
PROVINCIA:	SANDIA			LATITUD:	14° 5' 25.6" S					
REGION:	PUNO			LONGITUD:	69° 14' 35.6" W					
<b>II.- MÁXIMA DENSIDAD SECA</b>								1	1	1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:										
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und					
ALTO	gr/cm <sup>3</sup>	MEDIO	gr/cm <sup>3</sup>	BAJO	gr/cm <sup>3</sup>					
<b>III.- ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>								1	1	1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:										
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und					
LIMITE LIQUIDO	%	LÍMITE PLÁSTICO	%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%					
<b>IV.- CAPACIDAD DE SOPORTE</b>								1	1	1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:										
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und					
SUBRASANTE POBRE	%	SUBRASANTE REGULAR	%	SUBRASANTE BUENA	%					
<b>V.- MÓDULO DE RESILIENCIA</b>								1	1	0.5
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:										
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und					
POBRE	Ksi	REGULAR	Ksi	BUENA	Ksi					
<b>VI.- DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE MALEZA</b>								1	0	1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:										
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und			
10	%	15	%	20	%	25	%			
<b>VII.- DOSIFICACIÓN DE CAL</b>								1	1	1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:										
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und			
3" – Nº 4	%	Nº 4 – Nº 200	%	< Nº 200	%	< Nº 200	%			
<b>VIII.- DOSIFICACIÓN MIXTA</b>								1	1	1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:										
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und			
2 CAL+10 CM	%	4 CAL + 15 CM	%	6 CAL + 20 CM	%	8 CAL + 25 CM	%			
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>								1	0.86	0.93
<b>PROFESION</b>								<b>0.93</b>		
<b>REGISTRO CIP No:</b>										
<b>EMAIL:</b>										
<b>TELEFONO:</b>										

Anexo 3. Instrumento de investigación validado por expertos.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZA DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA - ALTO INAMBARI, PUNO 2022


AUTOR : BACH. MARAZA LIPA SHERLEY NEEDA							EXPERTO
DOSIFICACIÓN: 8% CAL + 25% DE CENIZA DE MALEZA							A
I.- INFORMACION GENERAL:							
UBICACIÓN:							
DISTRITO:	ALTO INAMBARI			ALTITUD:	1340 m. s. n. m		
PROVINCIA:	SANDIA			LATITUD:	14° 5' 25.6" S		
REGION:	PUNO			LONGITUD:	69° 14' 35.6" W		
II.- MÁXIMA DENSIDAD SECA							1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
ALTO	gr/cm <sup>3</sup>	MEDIO	gr/cm <sup>3</sup>	BAJO	gr/cm <sup>3</sup>		
III.- ÍNDICE DE PLASTICIDAD							1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
LÍMITE LIQUIDO	%	LÍMITE PLÁSTICO	%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%		
IV.- CAPACIDAD DE SOPORTE							1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
SUBRASANTE POBRE	%	SUBRASANTE REGULAR	%	SUBRASANTE BUENA	%		
V.- MÓDULO DE RESILIENCIA							1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
POBRE	Ksi	REGULAR	Ksi	BUENA	Ksi		
VI.- DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE MALEZA							1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	
10	%	15	%	20	%	25	%
VII.- DOSIFICACIÓN DE CAL							1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	
2	%	4	%	6	%	8	%
VIII.- DOSIFICACIÓN MIXTA							1
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	
2 CAL + 10 CM	%	4 CAL + 15 CM	%	6 CAL + 20 CM	%	8 CAL + 25 CM	%
RESULTADO GENERAL							1
APELLIDOS Y NOMBRES:	SONOTATANI CATI MARIBEL						
PROFESION:	INGENIERO CIVIL						
REGISTRO CIP No:	101579						
EMAIL:	marcati@hotmail.com						
TELEFONO:	990 990 916						



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZA DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA - ALTO INAMBARI, PUNO 2022

AUTOR : BACH. MARAZA LIPA SHERLEY NEEDA

							EXPERTO	
							B	
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>								
UBICACIÓN:								
DISTRITO:	ALTO INAMBARI	ALTITUD:	1340 m. s. n. m					
PROVINCIA:	SANDIA	LATITUD:	14° 5' 25.6" S					
REGION:	PUNO	LONGITUD:	69° 14' 35.6" W					
<b>II.- MÁXIMA DENSIDAD SECA</b>								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		1	
ALTO	gr/cm3	MEDIO	gr/cm3	BAJO	gr/cm3			
<b>III.- ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		1	
LÍMITE LIQUIDO	%	LÍMITE PLÁSTICO	%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%			
<b>IV.- CAPACIDAD DE SOPORTE</b>								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		1	
SUBRASANTE POBRE	%	SUBRASANTE REGULAR	%	SUBRASANTE BUENA	%			
<b>V.- MÓDULO DE RESILENCIA</b>								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		0	
POBRE	Ksi	REGULAR	Ksi	BUENA	Ksi			
<b>VI.- DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE MALEZA</b>								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	1
10	%	15	%	20	%	25	%	
<b>VII.- DOSIFICACIÓN DE CAL</b>								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	1
2	%	4	%	6	%	8	%	
<b>VIII.- DOSIFICACIÓN MIXTA</b>								
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:								
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und	1
2 CAL+10 CM	%	4 CAL + 15 CM	%	6 CAL + 20 CM	%	8 CAL + 25 CM	%	
<b>RESULTADO GENERAL</b>							0.86	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Hanco Mamani Feilon Edilberto							
PROFESION	Ingeniero Civil							
REGISTRO CIP No:	154242							
EMAIL:	feilonhnm@gmail.com							
TELEFONO:	989747645							



.....  
 FROILAN EDILBERTO HANCO MAMANI  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. N° 154242

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

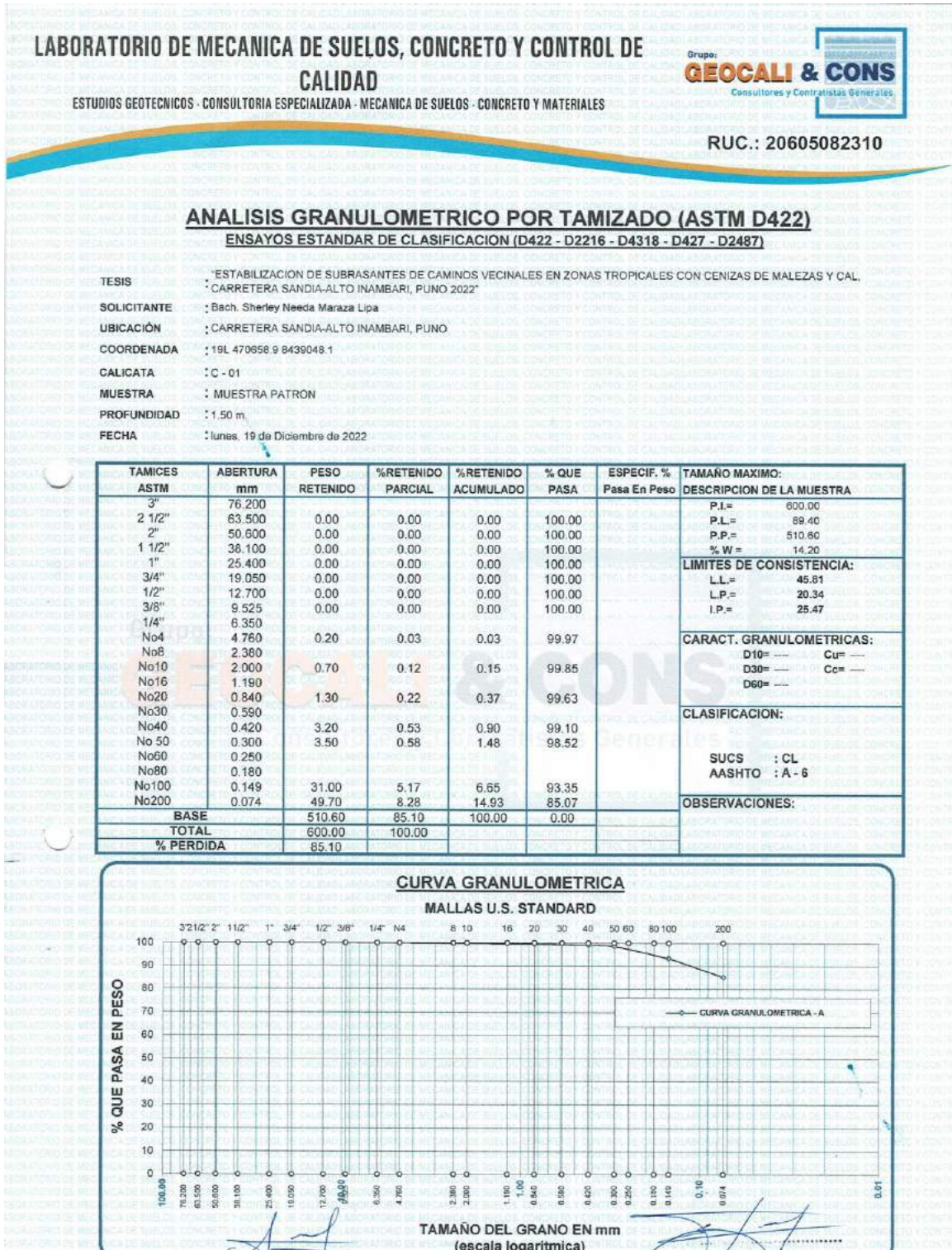


PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZA DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA - ALTO INAMBARI, PUNO 2022

AUTOR : BACH. MARAZA LIPA SHERLEY NEEDA

							EXPERTO
							c
<b>I.- INFORMACIÓN GENERAL:</b>							
UBICACIÓN:							
DISTRITO:	ALTO INAMBARI			ALTITUD:	1340 m. s. n. m		
PROVINCIA:	SANDIA			LATITUD:	14° 5' 25.6" S		
REGION:	PUNO			LONGITUD:	69° 14' 35.6" W		
<b>II.- MÁXIMA DENSIDAD SECA</b>							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
ALTO	gr/cm3	MEDIO	gr/cm3	BAJO	gr/cm3		
<b>III.- ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
LÍMITE LIQUIDO	%	LÍMITE PLÁSTICO	%	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%		
<b>IV.- CAPACIDAD DE SOPORTE</b>							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
SUBRASANTE POBRE	%	SUBRASANTE REGULAR	%	SUBRASANTE BUENA	%		
<b>V.- MÓDULO DE RESILENCIA</b>							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und		
POBRE	ksi	REGULAR	Ksi	BUENA	Ksi		
<b>VI.- DOSIFICACIÓN DE CENIZA DE MALEZA</b>							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
10	%	15	%	20	%	25	%
<b>VII.- DOSIFICACIÓN DE CAL</b>							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
2	%	4	%	6	%	8	%
<b>VIII.- DOSIFICACIÓN MIXTA</b>							
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:							
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	Indicador 4:	Und
2 CAL+10 CM	%	4 CAL+15 CM	%	6 CAL+20 CM	%	8 CAL+25 CM	%
<b>RESULTADO GENERAL</b>							0.93
APELLIDOS Y NOMBRES:	MANTILLA RUISPE MANUEL LEOPOLDO						
PROFESION:	INGENIERO CIVIL						
REGISTRO CIP No:	15 88 00						
EMAIL:							
TELEFONO:	966599966						

Anexo 4. Certificados de los ensayos realizados en laboratorio.



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD**

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

**ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)**

TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

SOLICITANTE : Bachi, Sherley Nelda Mariza Lips

UBICACION : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

COORDENADA : 19L 470958.9 8439048.1

CALICATA : C - 01

MUESTRA : MUESTRA PATRON

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

FECHA : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

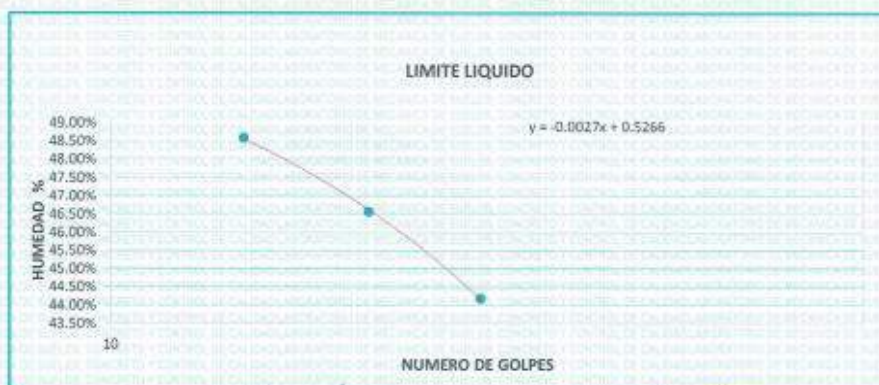
**LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO	No	1	2	3
capsula	No	A-1	A-2	A-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	35.01	35.75	36.14
CAPSULA + SUELO SECO	gr	30.2	31	31.5
AGUA	gr	4.81	4.75	4.64
PESO DE LA CAPSULA	gr	20.3	20.8	21
PESO DEL SUELO SECO	gr	9.9	10.2	10.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	48.59%	46.57%	44.19%
NUMERO DE GOLPES	N	15	22	31

**LIMITE PLASTICO**

ENSAYO	No	1	2
capsula	No	A-4	A-5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	26.51	26.4
CAPSULA + SUELO SECO	gr	25.6	25.5
AGUA	gr	0.91	0.9
PESO DE LA CAPSULA	gr	21.1	21.1
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.5	4.4
LIMITE PLASTICO	%	20.22%	20.45%

LIMITE LIQUIDO	45.81
LIMITE PLASTICO	20.34
INDICE DE PLASTICIDAD	25.47



*[Signature]*

*[Signature]*

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VEGINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022  
**SOLICITANTE** : Bach, Sherley Needa Maraza Lips  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

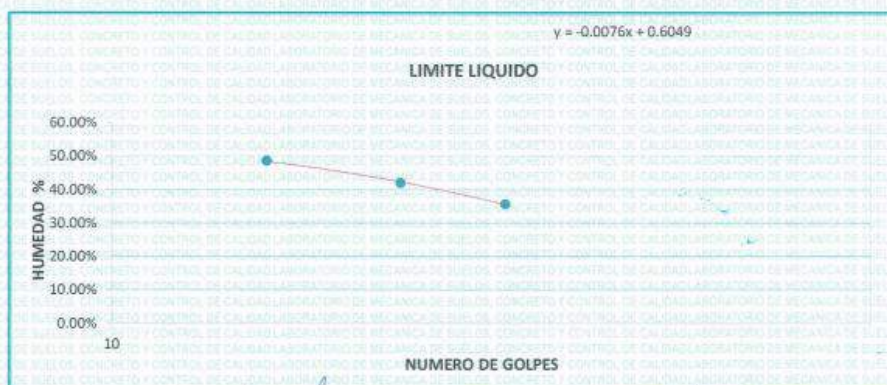
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	B-01	B-02	B-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	46.1	48.57	45.787
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	37.88	40.17	39
AGUA	gr.	8.22	8.4	6.787
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.96	20.18	20
PESO DEL SUELO SECO	gr.	16.92	19.99	19
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	48.58%	42.02%	35.72%
NUMERO DE GOLPES	N	16	24	33

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	B-04	B-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.85	31.49
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.15	29.7
AGUA	gr.	1.7	1.79
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	21.26
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.05	8.44
LIMITE PLASTICO	%	21.12%	21.21%

LIMITE LIQUIDO	41.60
LIMITE PLASTICO	21.16
INDICE DE PLASTICIDAD	20.44



Bach. Ing. A. Angel Lucio Puma

Ing. Wilber Colquehuanc

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Neeida Maraza Lips  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8438048.1  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

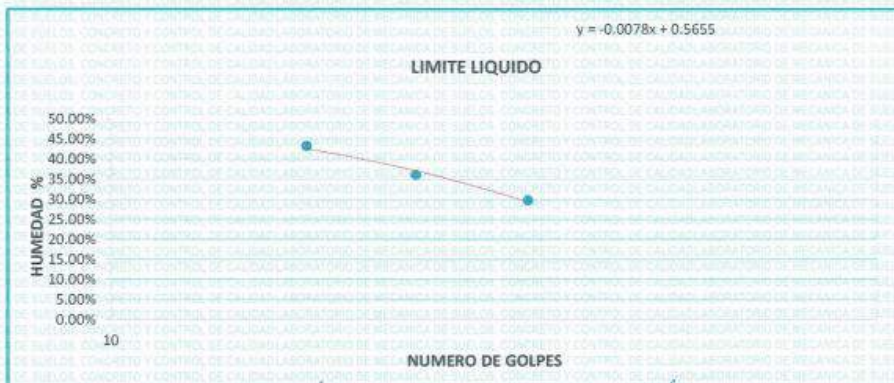
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	C-01	C-02	C-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	41.89	44.87	43.7
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.3	38.6	38.7
AGUA	gr.	6.59	6.27	5
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.04	21.23	21.92
PESO DEL SUELO SECO	gr.	15.26	17.37	16.78
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	43.18%	36.10%	29.80%
NUMERO DE GOLPES	N	18	25	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	C-04	C-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	149.4	136.04
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	147.6	134.1
AGUA	gr.	1.8	1.94
PESO DE LA CAPSULA	gr.	140.2	126.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.4	7.8
LIMITE PLASTICO	%	24.32%	24.87%

LIMITE LIQUIDO	37.14
LIMITE PLASTICO	24.60
INDICE DE PLASTICIDAD	12.54



Daak Ina A. Annel Maria Duma

Jhon Wilder Calayucmanca

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : 'ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022'  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1  
**CALICATA** : C - D1  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

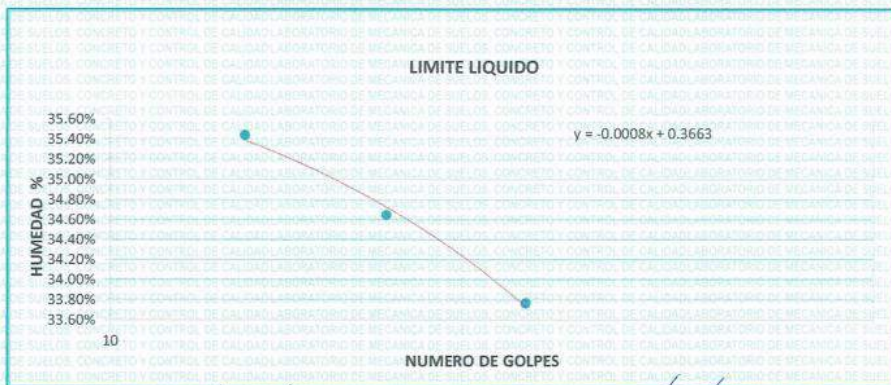
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	D-01	D-02	D-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	36.1	35.66	36.41
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.23	31.7	32.51
AGUA	gr.	3.87	3.96	3.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.31	20.27	20.96
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.92	11.43	11.55
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	35.44%	34.65%	33.77%
NUMERO DE GOLPES	N	15	23	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D-04	D-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.1	29.87
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.19	27.97
AGUA	gr.	1.91	1.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.0	20.76
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.15	7.21
LIMITE PLASTICO	%	26.71%	26.35%

LIMITE LIQUIDO	34.56
LIMITE PLASTICO	26.53
INDICE DE PLASTICIDAD	8.03



Bach. Ina A. Annel Puma

Ing. Wilder Cordero

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : 'ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022'

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1

**CALICATA** : C - 01

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

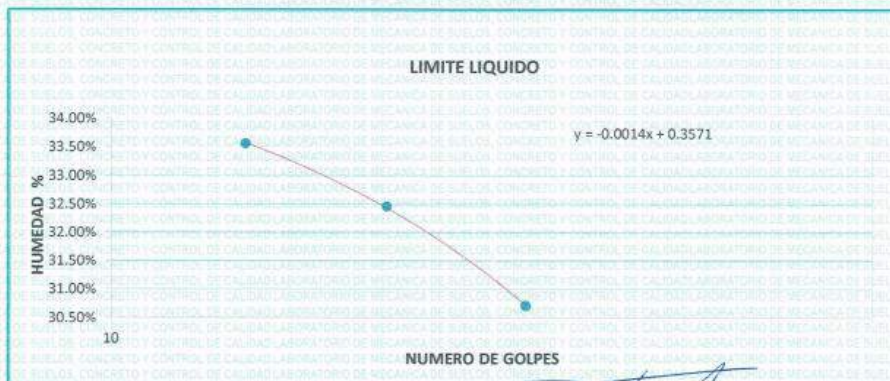
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	D-01	D-02	D-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	50.15	62.47	64.67
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	42.65	62.16	54.21
AGUA	gr.	7.5	10.31	10.46
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.3	20.4	20.15
PESO DEL SUELO SECO	gr.	22.35	31.76	34.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	33.56%	32.46%	30.71%
NUMERO DE GOLPES	N	15	23	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D-04	D-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	27.74	31.39
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	26.54	29.25
AGUA	gr.	1.2	2.14
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.1	21.48
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.44	7.77
LIMITE PLASTICO	%	27.03%	27.54%

LIMITE LIQUIDO	32.15
LIMITE PLASTICO	27.28
INDICE DE PLASTICIDAD	4.86



Bach. Ing. A. Angel Vique Puma

Ing. Walter Colquehuancá  
Exp. Sistemas y Mecánica de Suelos



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD**



ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

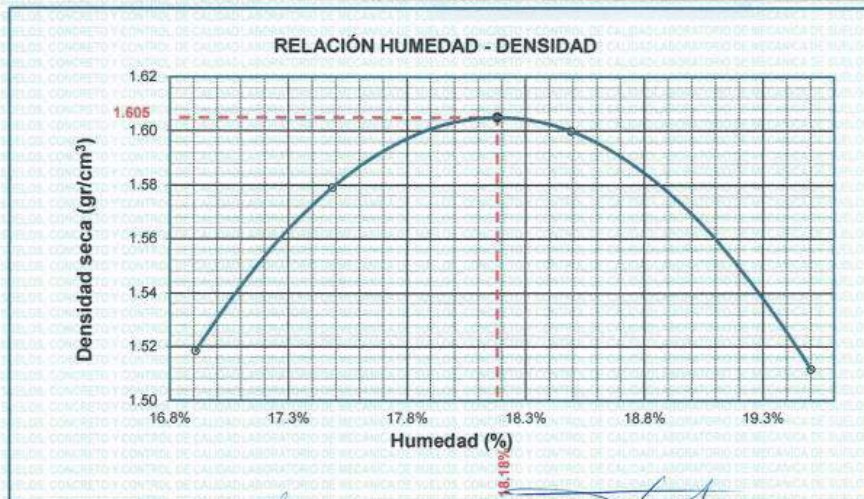
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 191 470658.9 8439048.1  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10170	10340	10426	10236
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3774	3944	4030	3840
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.775	1.855	1.896	1.806

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	90.20	78.80	70.71	110.48	98.00	79.00	110.40	66.58
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	80.10	70.15	63.20	97.00	77.64	69.80	95.74	58.84
<b>Peso del Agua</b>	gr.	10.10	8.66	7.51	13.48	10.36	9.20	14.66	7.74
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	19.60	19.60	20.20	20.00	20.50	21.00	19.90	19.50
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	60.50	50.55	43.00	77.00	57.14	48.80	75.84	39.34
<b>% de Humedad</b>	%	16.69%	17.12%	17.5%	17.51%	18.13%	18.85%	19.33%	19.67%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.91%		17.49%		18.49%		19.50%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.518		1.579		1.800		1.512	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.61	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	18.2%	



*[Firma]*  
 Ing. Wilder Colquehuana

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lips  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19i 470658.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

	gr.	12520	12111	12611	12317	12551	12387
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4487	4078	4590	4296	4537	4373
Peso del Suelo Humedo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm <sup>3</sup>	1.931	1.755	1.976	1.849	1.953	1.882
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	B			A			C			E			I			O			U			D			G		
		gr.	132.00	129.50	115.45	115.00	114.00	109.32	109.80	110.95	108.20	97.27	95.74	95.96	94.62	95.74	95.12	15.18	15.21	13.08	22.90	23.01	23.00	71.72	72.73	72.12		
Suelo Humedo + Capsula	gr.	108.20	106.54	100.95	97.27	95.74	95.96	94.62	95.74	95.12	15.18	15.21	13.08	22.90	23.01	23.00	71.72	72.73	72.12	21.17%	20.91%	18.14%	27.29%	26.98%	18.15%	23.56%	24.78%	18.11%
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	23.80	22.96	14.50	17.73	18.26	13.36	15.18	15.21	13.08	22.90	23.01	23.00	71.72	72.73	72.12	21.17%	20.91%	18.14%	27.29%	26.98%	18.15%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%
Peso del Agua	gr.	21.00	21.43	21.07	22.00	22.05	22.19	21.17%	20.91%	18.14%	27.29%	26.98%	18.15%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%
Peso de la Capsula	gr.	87.20	85.11	79.88	75.27	73.69	73.77	71.72	72.73	72.12	21.17%	20.91%	18.14%	27.29%	26.98%	18.15%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%
Peso del Suelo Seco	%	27.29%	26.98%	18.15%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%	23.56%	24.78%	18.11%
% de Humedad																												
Promedio de Humedad	gr/cm <sup>3</sup>	1.519	1.485	1.591	1.565	1.613	1.593																					
Densidad del Suelo Seco																												

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial			Expansión	
			mm	%	mm	%	
26/12/2022	12:00: a.m.		254.2	0	0		
27/12/2022	12:00: a.m.	24:00:00	312.0	1.47	1.27		
28/12/2022	12:00: a.m.	48:00:00	371.0	2.97	2.57		
29/12/2022	12:00: a.m.	72:00:00	429.4	4.45	3.86		
30/12/2022	12:00: a.m.	96:00:00	487.8	5.93	5.15		

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		9.3	0.5		13.2	0.7		16.6	0.8		20.0	1.0	
1.27	01:00		19.7	1.0		28.9	1.5		34.2	1.7		42.5	1.8	
1.91	01:30		28.7	1.5		46.2	2.3		51.4	2.6		63.0	2.7	
2.54	02:00	70.31	37.9	1.9		60.1	3.0		67.5	3.4		84.0	3.6	
3.81	03:00		58.4	3.0		84.4	4.3		100.1	5.1		124.5	5.3	
5.09	04:00	105.00	79.0	4.0		108.7	5.5		129.8	6.6		162.3	6.8	
6.35	05:00		95.7	4.8		124.5	6.3		151.5	7.7		195.2	8.2	
7.62	06:00		111.5	5.6		139.4	7.0		169.2	8.6		218.0	9.4	
8.84	07:00		121.9	6.2		151.8	7.7		183.5	9.3		232.0	10.0	
10.16	08:00		130.7	6.6		162.3	8.2		195.2	9.9		248.0	10.7	

  
 Bach. Ing. A. Angel Lora  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

  
 Ing. Wilder Colque  
 Exp. Geotecnia y Asesoria de SUELOS  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

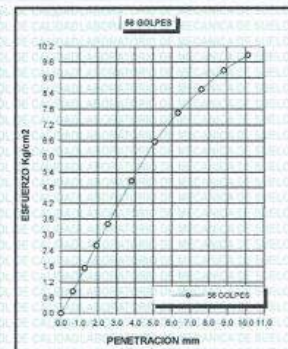
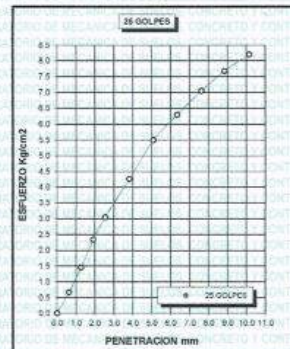
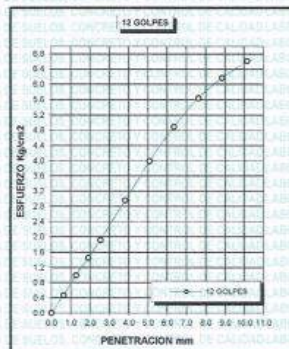
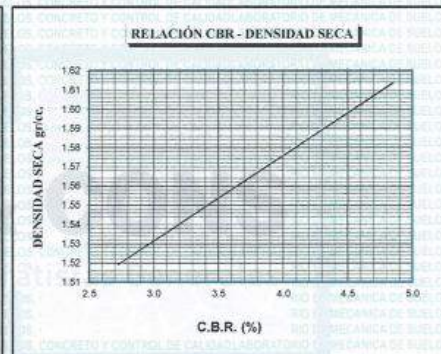
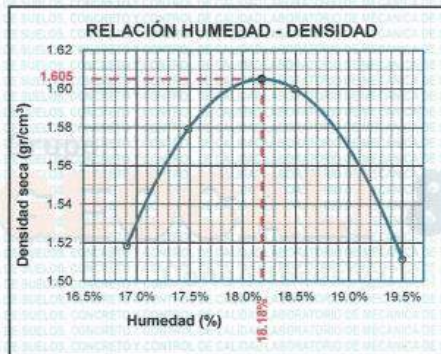
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. Sheryley Needo Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.61
<b>MUESTRA</b>	CALICATA 01 - MUESTRA PATRON	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	18.2%
<b>UBICACIÓN</b>	CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	4.65
<b>COORDENADA</b>	10N 470658.9 84390048.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	2.85
<b>FECHA</b>	Lunes, 2 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACION</b>	C1
		<b>AASHTO</b>	A-6
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



Bach. Ing. A. Angel L. Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colaymanca  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

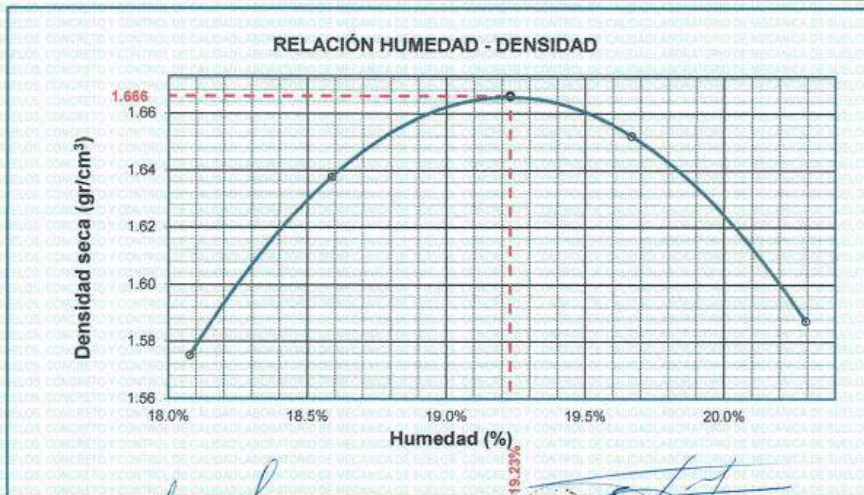
**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Neeđa Marazá Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10350	10525	10599	10455
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3954	4129	4203	4059
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.860	1.942	1.977	1.909

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	182.50	180.00	182.40	177.56	185.16	176.25	173.90	176.30
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	158.40	158.00	157.50	153.50	160.00	152.00	150.00	151.45
<b>Peso del Agua</b>	gr.	24.10	24.00	24.90	24.06	25.16	24.25	23.90	24.85
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	24.48	23.84	23.93	23.89	30.29	30.40	30.62	30.63
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	133.92	132.16	133.57	129.81	129.74	121.60	119.38	120.82
<b>% de Humedad</b>	%	18.00%	18.16%	18.8%	18.53%	19.39%	19.94%	20.02%	20.57%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.08%		18.59%		19.67%		20.29%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.575		1.638		1.652		1.587	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.67	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	19.2%	



*[Handwritten signatures and stamps]*

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
: 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Naeda Maraza Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8435048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : Lunes, 2 de Enero de 2023

MOLDE No	III			II			I		
	5	5	5	25	25	25	58	58	58
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	5			5			5		
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	12843	12307	12748	12483	12722	12582		
<b>Peso del Molde</b>	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014		
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr.	4810	4274	4727	4472	4708	4568		
<b>Volumen del Suelo</b>	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46		
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.984	1.839	2.034	1.925	2.026	1.966		

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F			
		gr.	165.70	149.00	183.80	175.00	172.80	161.90	188.00	191.00	159.20	189.00	183.00	163.00	161.00	159.00	162.00	161.00	162.00	161.00	162.00	161.00	162.00	161.00	162.00	
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	136.00	122.94	157.78	147.73	145.43	139.72	159.90	162.68	137.45																
<b>Peso del Agua</b>	gr.	29.70	26.06	25.84	27.27	27.17	22.18	28.10	28.32	21.75																
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09																
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	115.65	102.44	134.76	117.23	114.89	116.02	133.33	134.14	113.36																
<b>% de Humedad</b>	%	25.68%	25.44%	19.17%	23.26%	23.85%	19.12%	21.08%	21.11%	19.19%																
<b>Promedio de Humedad</b>	%	25.56%			19.17%			23.46%			19.12%			21.09%			19.19%									
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.580			1.544			1.648			1.616			1.673			1.650									

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion	
				mm	%
26/12/2022	12:00 a.m.		56.2	0	0
27/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00	109.2	1.35	1.17
28/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00	163.5	2.72	2.36
29/12/2022	12:00 a.m.	72:00:00	215.0	4.03	3.50
30/12/2022	12:00 a.m.	96:00:00	263.0	5.25	4.56

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.		
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		
0.63	00:30		16.5	0.8		17.6	0.9		18.7	0.9		19.8	1.0		20.9	1.0
1.27	01:00		44.2	2.2		48.9	2.5		54.2	2.7		59.5	2.9		64.8	3.1
1.91	01:30		68.8	3.5		87.0	4.4		109.2	4.8		134.5	5.8		163.0	6.9
2.54	02:00	70.31	90.4	4.6		115.3	5.8		144.5	6.2		180.8	7.8		225.5	9.7
3.81	03:00		121.4	6.1		154.2	7.8		199.7	10.1		254.2	13.1		324.5	17.8
5.09	04:00	105.00	140.1	7.1		180.4	9.1		231.1	11.7		294.2	15.2		374.5	24.5
6.35	05:00		153.9	7.8		199.7	10.1		263.0	13.1		334.5	16.5		424.5	30.5
7.62	06:00		166.2	8.4		210.9	10.7		284.5	14.4		354.5	17.8		454.5	35.5
8.84	07:00		174.2	8.8		221.3	11.2		294.5	15.2		374.5	19.8		484.5	41.5
10.16	08:00		179.5	9.1		228.1	11.5		304.5	15.8		384.5	20.8		504.5	44.5

Bach. Ing. A. Angel Luis Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilber Colquehuancza  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

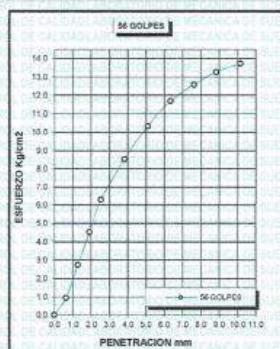
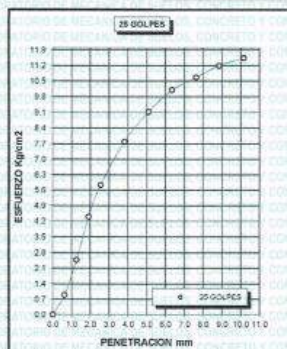
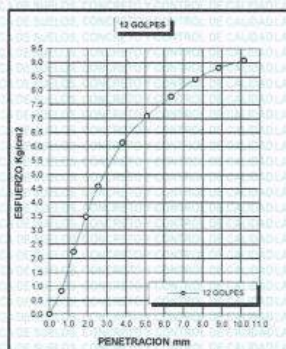
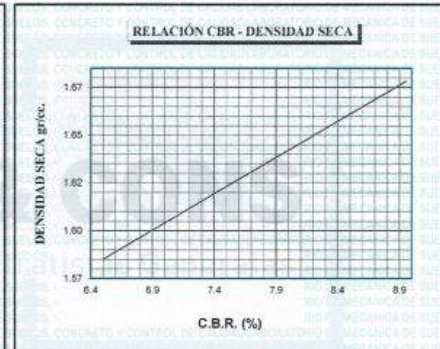
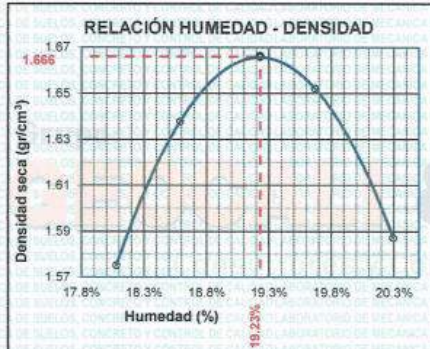
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Shirley Needa Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.67
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 01 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	19.2%
<b>UBICACIÓN</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	8.76
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470658.9 8439048.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	6.57
<b>FECHA</b>	: Lunes, 2 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACIÓN</b>	: CL
		<b>AAASHTO</b>	: A-6
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



Bach. Ing. A. Angel Luján Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Cahuancha  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
C.I.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

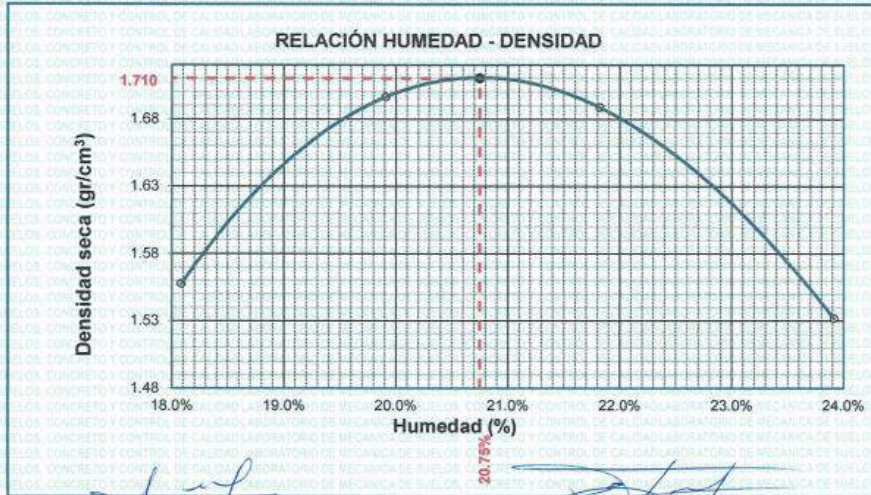
**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10306	10720	10769	10431
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3910	4324	4373	4035
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.839	2.034	2.057	1.898

Capsula No	No	SUP.		INF.		SUP.		INF.	
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	100.16	155.58	103.43	132.53	103.45	127.86	114.12	156.43
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	88.70	135.20	90.35	114.26	89.35	108.96	98.27	131.78
<b>Peso del Agua</b>	gr.	11.46	20.38	13.08	18.27	14.10	18.88	15.85	24.65
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	24.53	23.89	23.74	23.74	23.74	23.74	30.67	30.68
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	64.17	111.31	66.61	90.52	65.61	85.24	67.60	101.10
<b>% de Humedad</b>	%	17.86%	18.51%	19.6%	20.18%	21.49%	22.15%	23.45%	24.38%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.08%		19.91%		21.82%		23.91%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.558		1.696		1.689		1.532	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.71	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	20.8%	



*[Firma]*  
 Wilber Colabunhuana Cirio

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Neeida Maraza Lips

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA

**FECHA** : Lunes, 2 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	5	5	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12789	12445	12834	12593	12895	12772
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8023	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4756	4422	4813	4572	4881	4758
Peso del Suelo Humedo	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3	2.047	1.903	2.071	1.968	2.101	2.048
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	R	S	L	M	Y	N	A	P	Z
Suelo Humedo + Capsula	gr.	165.30	165.40	159.38	166.00	167.00	161.51	177.70	178.33	157.12
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	135.26	134.80	136.20	140.00	140.06	139.20	150.20	150.30	134.98
Peso del Agua	gr.	30.04	30.60	23.18	26.00	26.94	22.31	27.50	28.03	22.14
Peso de la Capsula	gr.	20.36	20.65	23.10	31.20	31.60	30.20	27.50	27.80	27.06
Peso del Suelo Seco	gr.	114.90	114.15	113.10	108.80	108.46	109.00	122.70	122.50	107.92
% de Humedad	%	26.14%	26.81%	20.50%	23.90%	24.84%	20.47%	22.41%	22.88%	20.52%
Promedio de Humedad	%	26.48%		20.50%	24.37%		20.47%	22.65%		20.52%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.618	1.579	1.666	1.633	1.713	1.699			

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion min	%
26/12/2022	12:00: a.m.		150.1	0	0
27/12/2022	12:00: a.m.	24:00:00	208.3	1.48	1.28
28/12/2022	12:00: a.m.	48:00:00	265.8	2.94	2.55
29/12/2022	12:00: a.m.	72:00:00	323.6	4.41	3.82
30/12/2022	12:00: a.m.	96:00:00	380.5	5.85	5.08

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		18.2	0.9		19.3	1.0		21.3	1.1		21.3	1.1	
1.27	01:00		52.3	2.6		55.7	2.8		59.7	3.0		59.7	3.0	
1.91	01:30		83.8	4.2		89.3	4.5		94.8	4.8		94.8	4.8	
2.54	02:00	70.31	110.3	5.6		123.4	6.2		136.7	6.9		136.7	6.9	
3.81	03:00		146.8	7.4		166.2	8.4		185.2	9.4		185.2	9.4	
5.09	04:00	105.00	178.4	9.0		201.3	10.2		223.5	11.3		223.5	11.3	
6.35	05:00		204.3	10.3		229.8	11.6		248.5	12.6		248.5	12.6	
7.62	06:00		225.2	11.4		249.5	12.6		268.8	13.6		268.8	13.6	
8.84	07:00		240.7	12.2		265.6	13.4		283.6	14.3		283.6	14.3	
10.16	08:00		249.5	12.6		276.7	14.0		291.40	14.7		291.40	14.7	

  
 Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
 TECNICO DEL LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

  
 Ing. Wilder Colquehuanca Lazo  
 Esp. Geotecnica y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

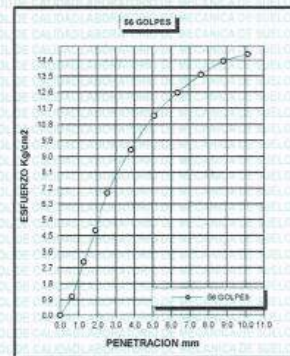
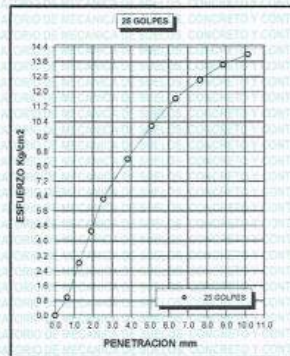
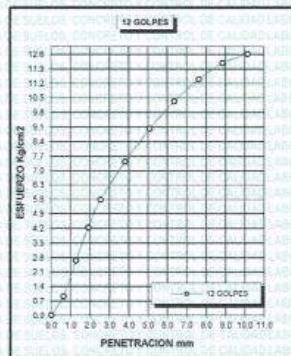
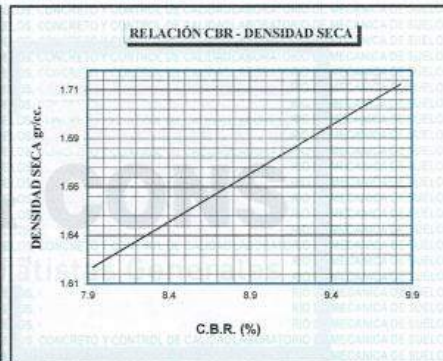
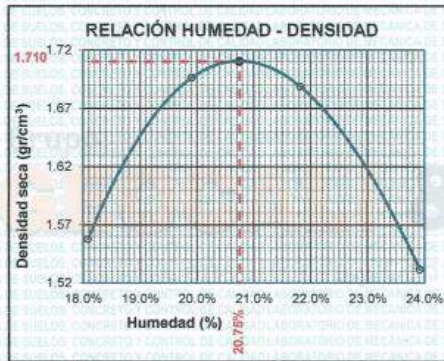
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. Sherley Needa Marzua Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>MUESTRA</b>	CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACIÓN</b>	CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	19L 470658.9 8439048.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	lunes, 2 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACIÓN</b>
		<b>AASHTO</b>
		<b>EMBEBIDO</b>



Bach. Ing. A. Angel Dosque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Walter Colqueblanca, Jiro  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
C.I.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

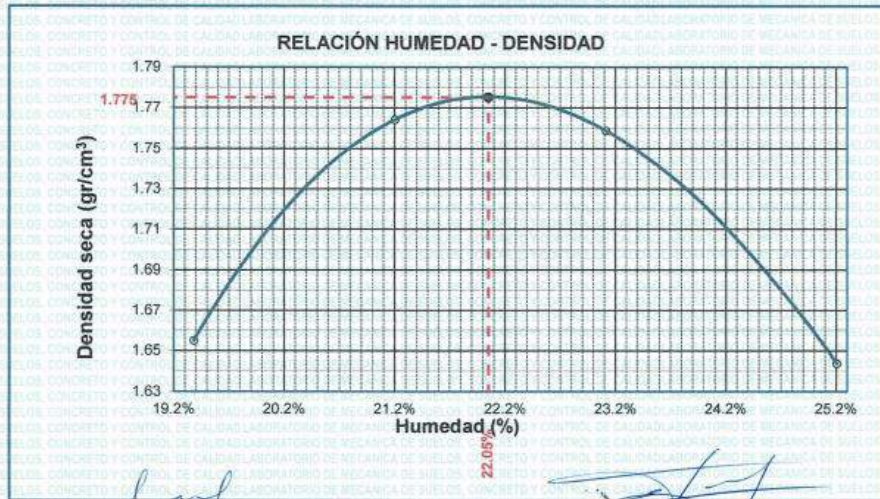
**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022\*  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023.

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10596	10942	10999	10771
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	4200	4546	4603	4375
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.976	2.138	2.165	2.058

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	124.73	109.26	115.11	109.47	112.95	108.89	115.14	124.90
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	108.70	95.20	99.35	94.26	96.35	92.76	98.27	105.78
<b>Peso del Agua</b>	gr.	16.03	14.06	15.76	15.21	16.60	16.13	16.87	19.12
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	24.53	23.89	23.74	23.74	23.74	23.74	30.67	30.68
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	84.17	71.31	75.61	70.52	72.61	69.02	67.60	75.10
<b>% de Humedad</b>	%	19.04%	19.72%	20.8%	21.57%	22.86%	23.37%	24.98%	25.46%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	19.38%		21.21%		23.12%		25.21%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.655		1.764		1.759		1.644	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.78	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	22.1%	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Upa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GÓLPE POR CAPA	12		25		56	

CONDICIONES DE LA MUESTRA		III		II		I	
		SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	13088	12682	13191	12927	13138	13014
Peso del Molde	gr.	8033	8023	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	5053	4659	5170	4906	5124	5000
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup> .	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	2.175	2.005	2.225	2.112	2.205	2.152

Capsula No	No	III			II			I					
		V	M	W	O	P	Q	Y	S	D			
Suelo Humedo + Capsula	gr.	119.00	120.00	112.95	108.20	114.00	115.29	121.45	119.35	127.50			
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	96.80	97.00	96.16	91.00	95.00	96.80	103.00	101.00	108.84			
Peso del Agua	gr.	22.20	23.00	16.79	17.20	19.00	16.49	18.45	18.35	18.66			
Peso de la Capsula	gr.	19.89	19.71	19.99	23.65	23.84	23.96	24.23	24.56	24.11			
Peso del Suelo Seco	gr.	76.91	77.29	76.17	67.35	71.16	74.84	78.77	76.44	84.73			
% de Humedad	%	28.86%	29.78%	22.04%	25.54%	26.70%	22.03%	23.42%	24.01%	22.02%			
<b>Promedio de Humedad</b>	%	<b>29.31%</b>			<b>22.04%</b>			<b>26.12%</b>			<b>22.03%</b>		
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	<b>1.682</b>			<b>1.643</b>			<b>1.764</b>			<b>1.730</b>		

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	Expansión %
26/12/2022	12:00: a.m.		250.4	0	0
27/12/2022	12:00: a.m.	24:00:00	308.2	1.47	1.27
28/12/2022	12:00: a.m.	48:00:00	365.9	2.93	2.55
29/12/2022	12:00: a.m.	72:00:00	425.6	4.45	3.86
30/12/2022	12:00: a.m.	96:00:00	482.1	5.89	5.11

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		21.9	1.1		23.7	1.2		25.7	1.3		27.7	1.4	
1.27	01:00		62.7	3.2		67.4	3.4		70.8	3.6		74.4	3.8	
1.91	01:30		99.4	5.0		109.5	5.5		110.7	5.6		117.0	6.0	
2.54	02:00	70.31	128.7	6.5		148.5	7.4		149.8	7.6		159.0	8.0	
3.81	03:00		170.5	8.8		195.2	9.9		203.2	10.3		213.0	12.2	
5.09	04:00	105.00	205.4	10.4		228.9	11.6		241.3	12.2		253.0	14.5	
6.35	05:00		235.5	11.9		253.8	12.8		266.5	13.5		277.0	15.5	
7.62	06:00		256.7	13.0		276.3	14.0		287.8	14.5		300.0	16.5	
8.84	07:00		272.4	13.8		288.9	14.6		299.6	15.1		310.0	17.0	
10.16	08:00		281.4	14.2		299.4	15.1		309.80	15.7		320.0	18.0	

Bach. Ing. A. Angel de Fuma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

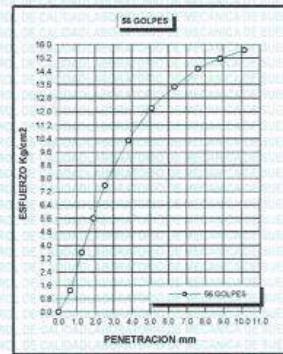
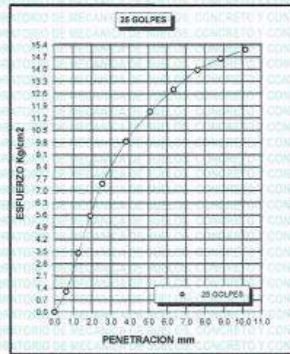
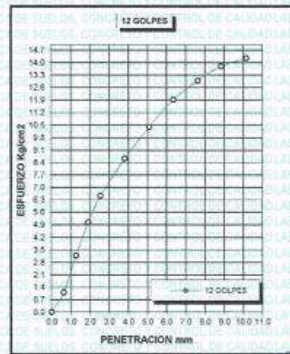
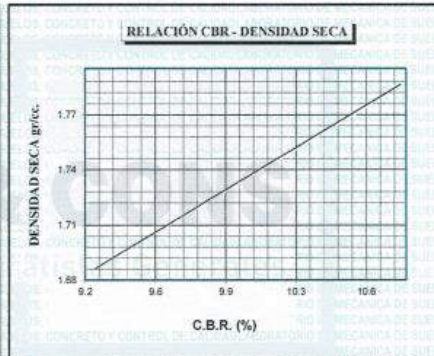
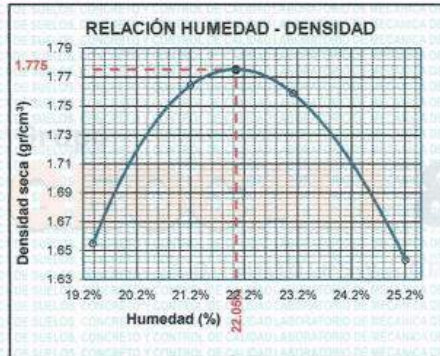
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	*ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Sherley Needa Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b> 1.78
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 22.1%
<b>UBICACION</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 10.67
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470658.9 9439048.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 9.32
<b>FECHA</b>	: lunes, 2 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACION</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



*[Signature]*  
Bach. Ing. A. Angel Yague Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Signature]*  
Ing. Wilder Colquepuma Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECÁNICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

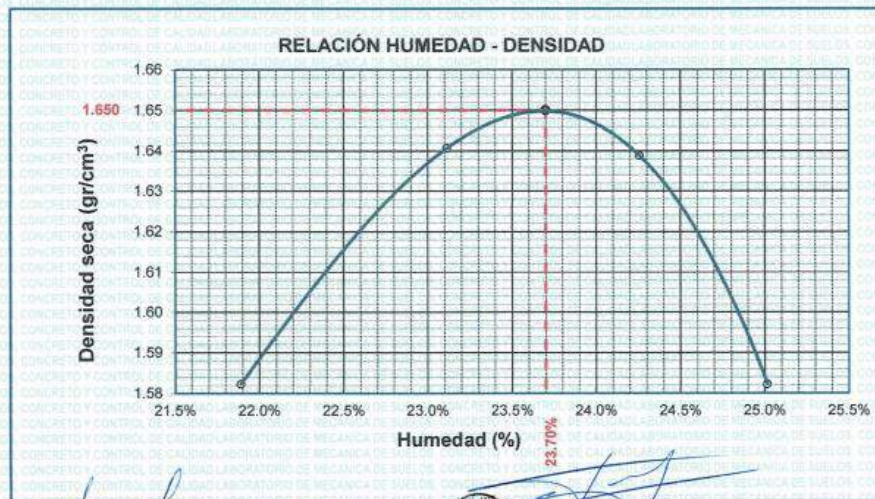
**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO  
**SOLICITANTE** : INAMBARI, PUNO 2022"  
**UBICACIÓN** : Bach. Sherley Needa Maraza Upa  
**COORDENADA** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO.  
**PROFUNDIDAD** : 19L 470658.9 8439048.1  
**MUESTRA** : 1.50 m.  
**FECHA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA  
 : Lunes, 2 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10496	10690	10725	10601
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	4100	4294	4329	4205
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.929	2.020	2.036	1.978

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	89.12	100.63	80.82	86.60	106.10	80.39	117.23	104.40
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	76.88	86.20	69.99	74.65	89.41	68.91	98.45	88.62
<b>Peso del Agua</b>	gr.	12.14	14.43	10.83	11.95	16.69	11.48	18.78	15.78
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	21.20	20.65	22.52	23.61	20.06	21.95	22.41	26.33
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	55.78	65.55	47.47	51.04	69.35	46.96	76.04	62.29
<b>% de Humedad</b>	%	21.78%	22.01%	22.81%	23.41%	24.07%	24.45%	24.70%	25.33%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	21.89%		23.11%		24.26%		25.02%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.582		1.641		1.639		1.582	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.65	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	23.7%	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Upa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470658.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 0% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12728	12409	12720	12504	12842	12699
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8023	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4695	4386	4699	4483	4828	4685
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	2.021	1.888	2.022	1.929	2.078	2.016

Capsula No	No	C	S	P	R	L	I	G	M	A
Suelo Humedo + Capsula	gr.	117.20	116.20	115.18	120.60	120.40	117.58	119.20	119.80	118.51
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	95.54	95.00	97.24	99.26	99.19	99.09	99.06	100.22	100.02
Peso del Agua	gr.	21.66	21.20	17.94	21.34	21.21	18.50	20.14	19.58	18.49
Peso de la Capsula	gr.	21.95	21.96	21.02	20.45	20.56	20.85	21.52	21.80	21.67
Peso del Suelo Seco	gr.	73.59	73.04	76.22	78.81	78.63	78.24	77.54	78.62	78.35
% de Humedad	%	29.43%	29.03%	23.54%	27.08%	26.97%	23.65%	25.87%	24.90%	23.60%
Promedio de Humedad	%	29.23%	23.54%	27.03%	23.65%	25.44%	23.60%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.564	1.528	1.592	1.560	1.657	1.631			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
26/12/2022	12:00 a.m.								210.0	0	0
27/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00							262.3	1.33	1.15
28/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00							314.0	2.64	2.29
29/12/2022	12:00 a.m.	72:00:00							366.0	3.96	3.44
30/12/2022	12:00 a.m.	96:00:00							418.0	5.28	4.58

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		23.2	1.2		26.4	1.3		29.7	1.5		29.7	1.5	
1.27	01:00		64.8	3.3		71.7	3.6		78.4	4.0		78.4	4.0	
1.91	01:30		109.7	5.5		113.2	5.7		124.5	6.3		124.5	6.3	
2.54	02:00	70.31	146.2	7.4		152.7	7.7		167.9	8.5		167.9	8.5	
3.81	03:00		204.4	10.3		209.3	10.6		229.5	11.6		229.5	11.6	
5.09	04:00	105.00	246.7	12.5		257.0	13.0		279.3	14.1		279.3	14.1	
6.35	05:00		276.1	14.0		290.6	14.7		324.2	16.4		324.2	16.4	
7.62	06:00		295.5	14.9		319.7	16.2		359.4	18.2		359.4	18.2	
8.84	07:00		308.3	15.6		340.3	17.2		384.2	19.4		384.2	19.4	
10.16	08:00		319.5	16.2		352.9	17.8		397.9	20.1		397.9	20.1	

Bach. Ing. A. Angel Duque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Wilder Colquehuancu Lirio  
 Ingeniero Geotecnico y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

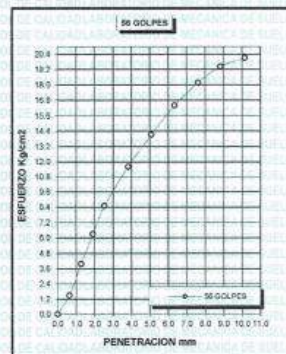
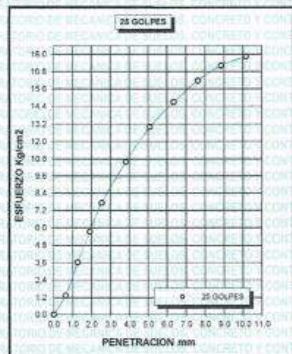
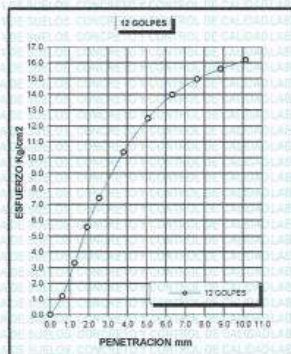
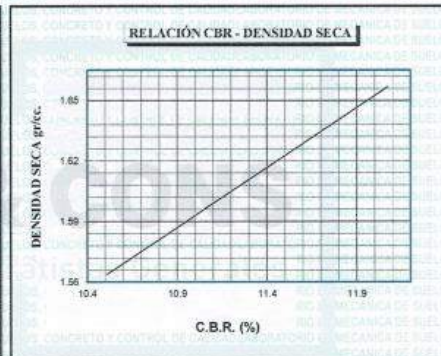
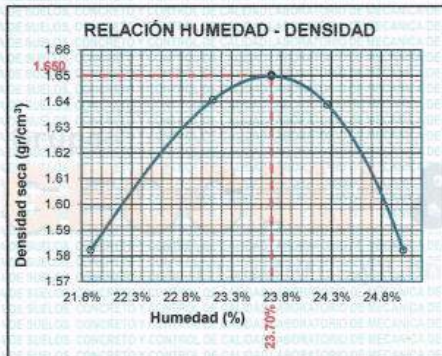
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	*ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. Shirley Needa Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.65
<b>MUESTRA</b>	CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	23.7%
<b>UBICACIÓN</b>	CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	11.96
<b>COORDENADA</b>	19L 470658.9 8439048.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	10.57
<b>FECHA</b>	Lunes, 2 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACIÓN</b>	ML
		<b>AASHTO</b>	A-4
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



*[Firma]*  
Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Firma]*  
Ing. Wilber Colquechica Lora  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
C.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL.  
"CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARÍ, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARÍ, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470961.1 8439046.6

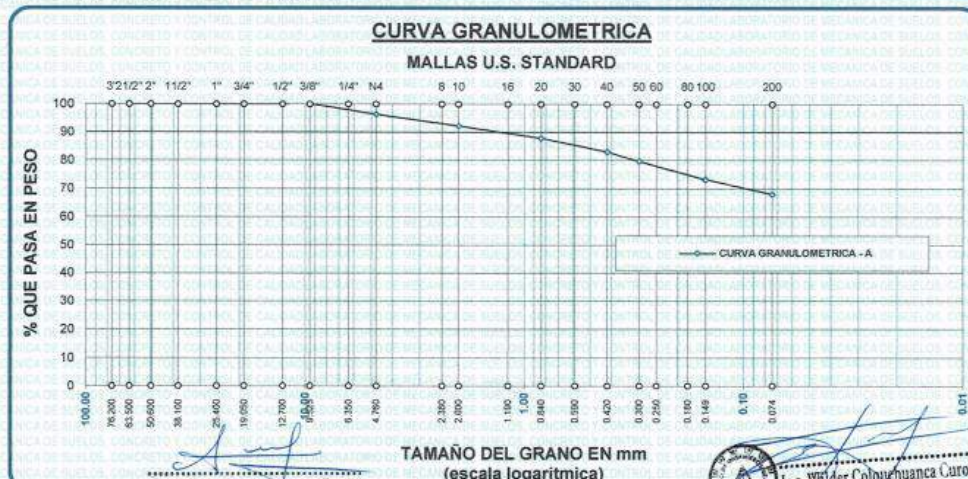
**CALICATA** : C - 02

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L.= 800.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 176.34
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 423.66
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 16.23
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b> L.L.= 48.26 L.P.= 22.62 I.P.= 25.63
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						<b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b> D10= --- Cu= --- D30= --- Cc= --- D60= ---
No4	4.760	22.00	3.67	3.67	96.33		
No8	2.380						
No10	2.000	25.56	4.26	7.77	92.23		
No16	1.190						<b>CLASIFICACION:</b>  SUCS : CL AASHTO : A - 6
No20	0.840	27.56	4.59	12.20	87.80		
No30	0.590						
No40	0.420	30.52	5.09	17.10	82.90		
No 50	0.300	20.65	3.44	20.41	79.59		<b>OBSERVACIONES:</b>
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	39.59	6.80	26.77	73.23		
No200	0.074	32.46	5.41	31.98	68.02		
<b>BASE</b>		423.66	70.61	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		600.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		70.61					





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : 'ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022'

**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Needa Maraza Lips

**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6

**CALICATA** : C - 02

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

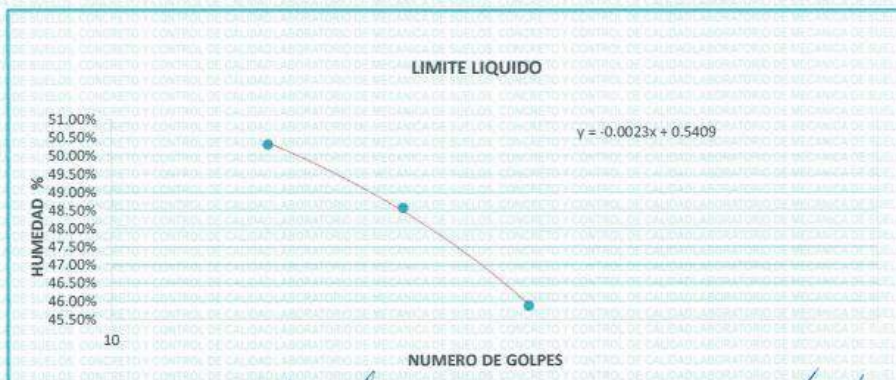
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	Z-1	Z-2	Z-3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	79.17	80.42	78.85
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	73.4	74.82	73.78
AGUA	gr.	5.77	5.6	5.07
PESO DE LA CAPSULA	gr.	61.93	63.29	62.73
PESO DEL SUELO SECO	gr.	11.47	11.53	11.05
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	50.31%	48.57%	45.88%
NUMERO DE GOLPES	N	16	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	Z-4	Z-5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	33.59	33.66
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.25	31.3
AGUA	gr.	2.34	2.36
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.92	20.85
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.33	10.45
LIMITE PLASTICO	%	22.65%	22.58%

LIMITE LIQUIDO	48.25
LIMITE PLASTICO	22.62
INDICE DE PLASTICIDAD	25.63



Bach. Ing. A. Angel Luque Puma

Ing. Wilber Colquehuana Curo  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6  
**CALICATA** : C - 02  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

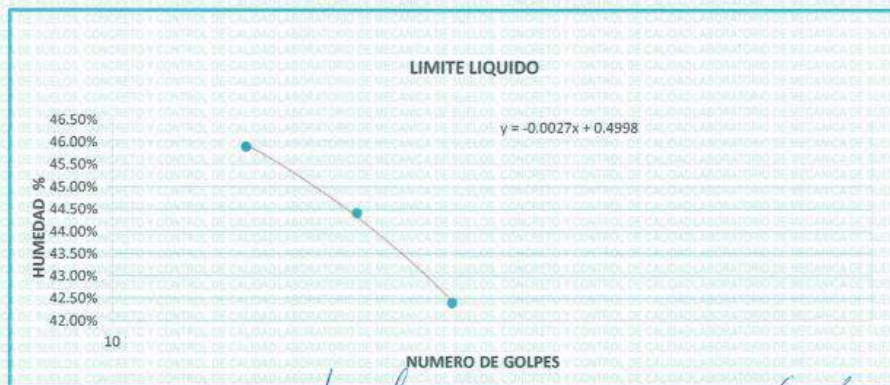
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	E-01	E-02	E-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	48.95	58.17	53.88
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	40	46.8	44
AGUA	gr.	8.95	11.37	9.88
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	21.2	20.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	19.5	25.6	23.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	45.90%	44.41%	42.40%
NUMERO DE GOLPES	N	15	21	28

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	E-04	E-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	32.45	32.59
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	30.43	30.5
AGUA	gr.	2.02	2.09
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.7	21.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.73	8.7
LIMITE PLASTICO	%	23.14%	24.02%

LIMITE LIQUIDO	43.25
LIMITE PLASTICO	23.58
INDICE DE PLASTICIDAD	19.67



Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA



Ing. Wilder Calaquehuana Luyo

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022

**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470061.1 8439046.6

**CALICATA** : C - 02

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

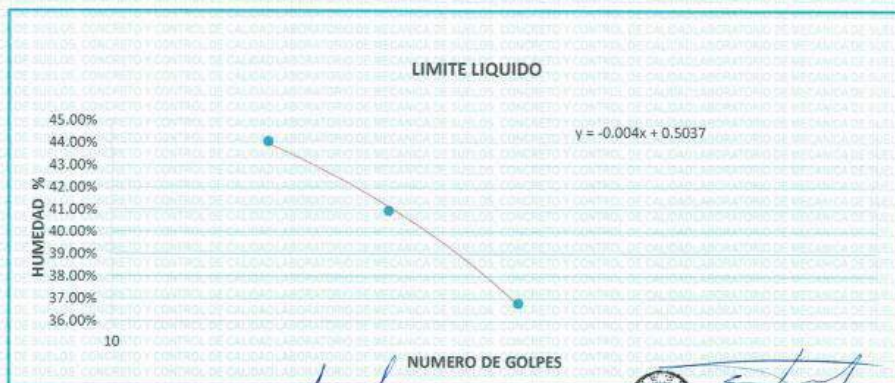
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	F-01	F-02	F-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	85.9	90.56	84.47
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	78.7	82.64	78.43
AGUA	gr.	7.2	7.92	6.04
PESO DE LA CAPSULA	gr.	62.36	63.31	62.02
PESO DEL SUELO SECO	gr.	16.34	19.33	16.41
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	44.06%	40.97%	36.81%
NUMERO DE GOLPES	N	16	23	34

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	F-04	F-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	28.1	27.34
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	26.44	25.76
AGUA	gr.	1.66	1.58
PESO DE LA CAPSULA	gr.	19.8	19.52
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.64	6.24
LIMITE PLASTICO	%	25.00%	25.32%

LIMITE LIQUIDO	40.35
LIMITE PLASTICO	25.16
INDICE DE PLASTICIDAD	15.19



Bach. Ing. A. Angel Luque Puma



Ing. Wilder Colquehuanca Lirio  
Exp. Geotecnia y Mecanica de Suelos

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL  
**SOLICITANTE** : Bach. Sheryley Needa Maraza Lips  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6  
**CALICATA** : C - 02  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

### LIMITE LIQUIDO

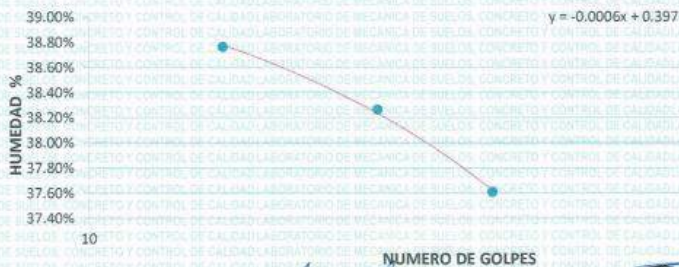
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	G-01	G-02	G-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	82.01	82.56	84.57
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	76.42	76.87	78.82
AGUA	gr.	5.59	5.69	5.95
PESO DE LA CAPSULA	gr.	62	62	62.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	14.42	14.87	15.82
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	38.77%	38.26%	37.61%
NUMERO DE GOLPES	N	15	24	34

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	G-04	G-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	26.51	27.26
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	25.02	25.7
AGUA	gr.	1.49	1.56
PESO DE LA CAPSULA	gr.	19.75	20.13
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.27	5.57
LIMITE PLASTICO	%	28.27%	28.01%

LIMITE LIQUIDO	38.17
LIMITE PLASTICO	28.14
INDICE DE PLASTICIDAD	10.03

### LIMITE LIQUIDO



Ing. Wilder Colacheanca

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022?

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6

**CALICATA** : C - 02

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

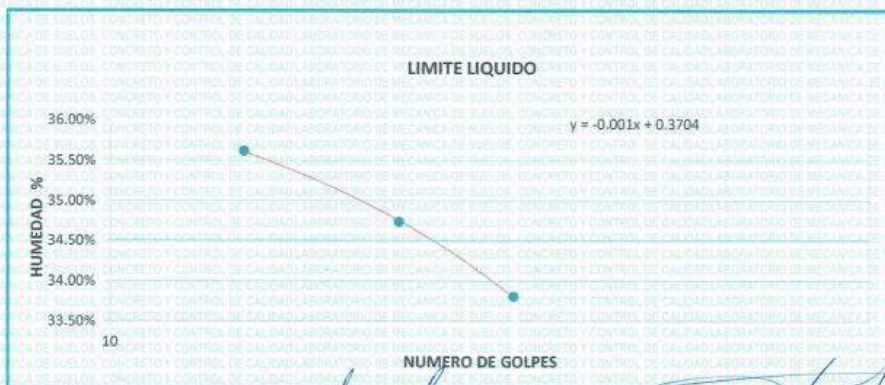
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	H-01	H-02	H-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	58.6	59.62	61.87
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	48.62	49.87	51.62
AGUA	gr.	9.98	9.75	10.25
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.6	21.8	21.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	28.02	28.07	30.32
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	35.62%	34.73%	33.81%
NUMERO DE GOLPES	N	15	24	34

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	H-04	H-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	26.56	27.35
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	25.02	25.7
AGUA	gr.	1.54	1.65
PESO DE LA CAPSULA	gr.	19.75	20.13
PESO DEL SUELO SECO	gr.	5.27	5.57
LIMITE PLASTICO	%	29.22%	29.62%

LIMITE LIQUIDO	34.66
LIMITE PLASTICO	29.42
INDICE DE PLASTICIDAD	5.23



*[Signature]*  
 Ing. Wilder Colmezcana T. mra

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

Grupo:  
**GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

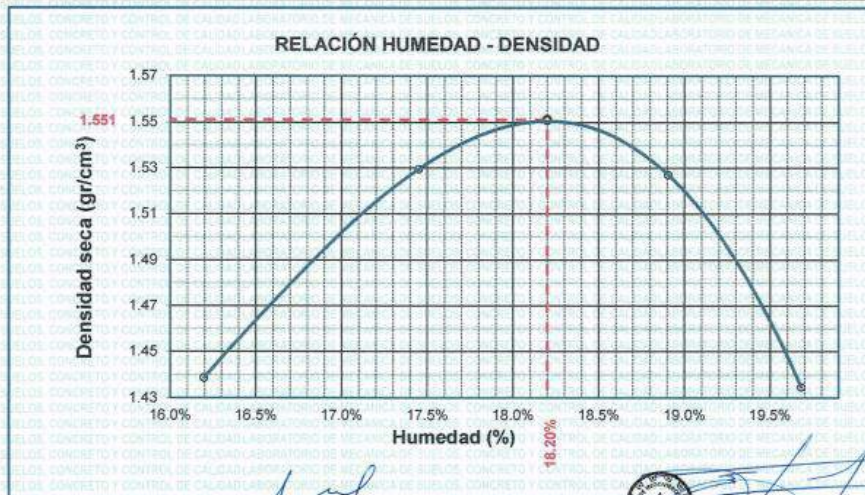
**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach, Sherley Needs Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	9950	10215	10256	10046
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3554	3819	3860	3650
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.672	1.796	1.816	1.717

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Húmedo + Capsula</b>	gr.	110.25	132.35	108.27	120.02	133.46	113.30	158.82	111.29
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	98.15	116.14	95.22	105.12	115.64	98.80	135.74	96.84
<b>Peso del Agua</b>	gr.	12.10	16.21	13.05	14.90	17.82	14.50	23.08	14.45
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	20.60	19.80	20.20	20.00	21.50	22.00	19.90	22.50
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	77.55	96.34	75.02	85.12	94.14	76.80	115.84	74.34
<b>% de Humedad</b>	%	15.60%	16.79%	17.4%	17.50%	18.93%	18.88%	19.92%	19.44%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.20%		17.45%		18.90%		19.68%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.439		1.530		1.527		1.435	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.55	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	18.2%	



*[Firma manuscrita]*  
 Ing. Wilber Colquehuancá Laro

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needs Maza Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5	5	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	12	25	25	56	56

	gr.	III		II		I	
		SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso Suelo Humedo + Molde	12386	12002	12357	12009	12431	12247	
Peso del Molde	8033	8033	8021	8021	8014	8014	
Peso del Suelo Humedo	4353	3969	4336	3988	4417	4233	
Volumen del Suelo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	1.873	1.708	1.866	1.716	1.901	

Capsula No	No	III			II			I			
		N	F	M	E	D	B	C	H	J	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	159.00	159.60	152.28	174.20	176.60	172.25	175.50	190.25	154.90	
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	129.20	129.50	131.99	145.50	146.20	150.62	150.20	160.97	134.97	
Peso de la Capsula	gr.	29.80	30.10	20.27	28.70	29.40	21.63	25.30	29.28	19.93	
Peso del Suelo Seco	gr.	20.38	20.40	20.56	31.00	31.20	31.50	37.50	29.00	25.00	
% de Humedad	%	27.38%	27.59%	18.19%	25.07%	25.57%	18.19%	22.45%	22.19%	18.12%	
Promedio de Humedad	%	27.49%			18.19%			22.32%			18.12%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.470	1.445	1.489	1.453	1.554	1.542				

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión	
				mm	%
27/12/2022	12:00 a.m.		325.6	0	0
28/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00	377.8	1.33	1.15
29/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00	430.2	2.66	2.30
30/12/2022	12:00 a.m.	72:00:00	482.6	3.99	3.46
31/12/2022	12:00 a.m.	96:00:00	535.8	5.33	4.63

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.63	00:30		16.2	0.8		19.6	1.0		22.7	1.1				
1.27	01:00		26.7	1.3		30.7	1.6		39.5	2.0				
1.91	01:30		37.8	1.9		42.4	2.1		56.6	2.9				
2.54	02:00	70.31	48.7	2.5		53.7	2.7		70.8	3.6				
3.81	03:00		64.2	3.2		78.5	4.0		100.3	5.1				
5.09	04:00	105.00	75.6	3.8		98.5	5.0		124.6	6.3				
6.35	05:00		86.4	4.4		117.3	5.9		149.5	7.6				
7.62	06:00		98.4	5.0		135.3	6.8		171.4	8.7				
8.84	07:00		109.2	5.5		147.2	7.4		187.1	9.5				
10.16	08:00		116.5	5.9		154.2	7.8		198.5	10.0				

Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana Juro  
 Esp. Geotecnia y Maquinaria de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

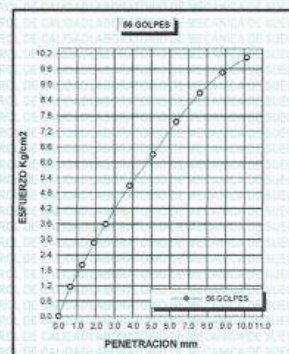
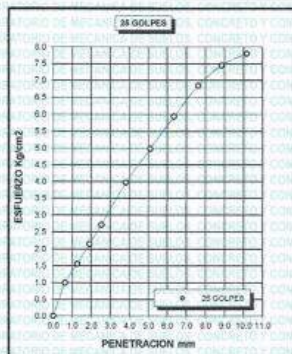
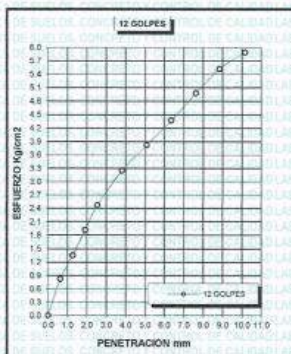
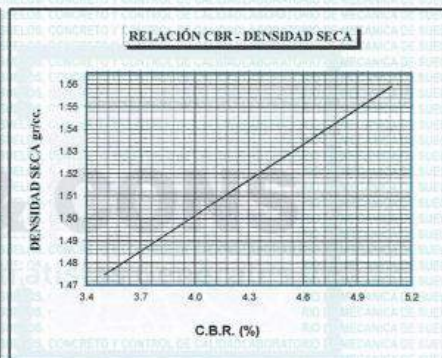
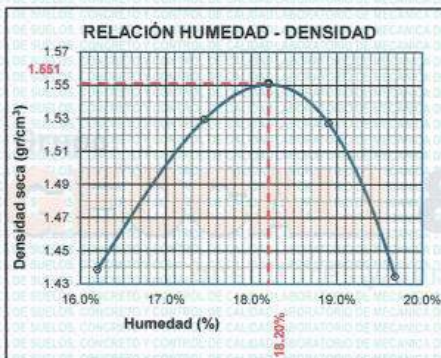
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	*ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Sherley Néeda Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 02 - MUESTRA PATRON	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACIÓN</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470661.1 84E9046.6	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: martes, 3 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACIÓN</b> : CL
		<b>AASHTO</b> :A-6
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. A. Angel L. de Palma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuancá  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

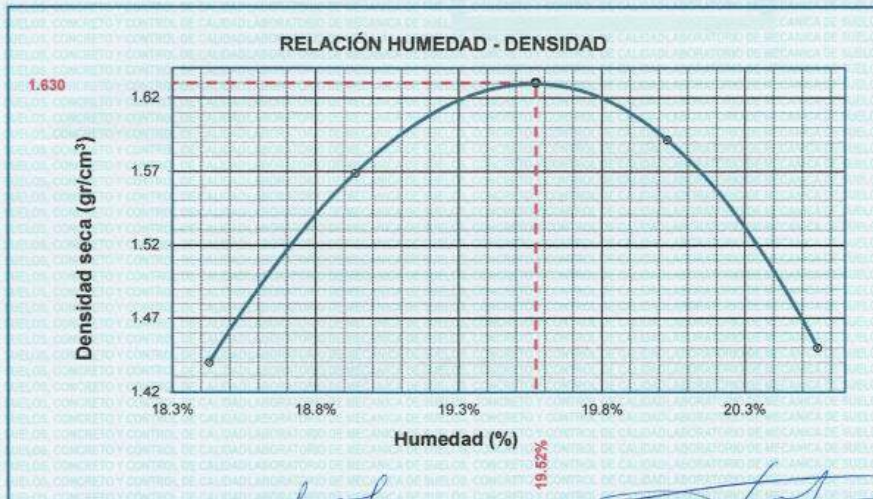
**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

<b>Peso Suelo Húmedo + Molde</b>	gr.	10020	10361	10455	10110
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3624	3965	4059	3714
<b>Densidad del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.705	1.865	1.909	1.747

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Húmedo + Capsula</b>	gr.	112.56	123.84	112.53	147.99	110.67	123.79	111.20	133.31
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	98.70	107.80	98.67	127.84	96.30	107.11	98.50	114.75
<b>Peso del Agua</b>	gr.	13.86	16.04	13.86	20.15	14.37	16.68	14.70	18.56
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.01	21.95	24.01	22.96	23.41	24.71	23.60	25.70
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	76.69	85.85	74.66	104.88	72.89	82.40	72.90	89.05
<b>% de Humedad</b>	%	18.07%	18.68%	18.8%	19.21%	19.71%	20.24%	20.16%	20.84%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.38%		18.89%		19.98%		20.50%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.440		1.569		1.591		1.450	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.63 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	19.5%



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sharley Needa Maraza Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
NUMERO DE CAPAS	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso Suelo Humedo + Molde	gr. 12544	12298	12597	12391	12628	12449
Peso del Molde	gr. 8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr. 4511	4265	4576	4370	4614	4435
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup> . 2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> . 1.942	1.836	1.969	1.881	1.986	1.909

Capsula No	No	H			N			V			C			R			Y			A		
		H	L	D	N	V	C	R	Y	A	R	Y	A	R	Y	A						
Suelo Humedo + Capsula	gr.	145.00	145.10	137.70	124.78	126.89	123.90	130.45	133.50	126.90												
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	120.20	119.50	118.70	105.00	106.20	107.00	111.20	113.20	110.02												
Peso del Agua	gr.	24.80	25.60	19.00	19.78	20.39	16.90	19.25	20.30	16.88												
Peso de la Capsula	gr.	21.33	21.02	21.15	20.02	20.45	20.50	20.56	20.85	23.44												
Peso del Suelo Seco	gr.	98.87	98.48	97.55	84.98	85.75	86.50	90.64	92.35	86.58												
% de Humedad	%	25.06%	26.00%	19.46%	23.28%	23.78%	19.54%	21.24%	21.98%	19.50%												
Promedio de Humedad	%	25.54%			19.48%			23.53%			19.54%			21.61%			19.50%					
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup> .	1.547	1.536	1.594	1.573	1.633	1.597															

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion	
				mm	%
27/12/2022	12:00 a.m.		132.2	0	0
28/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00	184.2	1.32	1.16
29/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00	235.6	2.63	2.28
30/12/2022	12:00 a.m.	72:00:00	287.6	3.95	3.42
31/12/2022	12:00 a.m.	96:00:00	345.2	5.41	4.69

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		17.3	0.9		19.8	1.0		24.3	1.2		24.3	1.2	
1.27	01:00		46.5	2.4		51.2	2.6		61.5	3.1		61.5	3.1	
1.91	01:30		69.4	3.5		81.5	4.1		93.5	4.7		93.5	4.7	
2.54	02:00	70.31	94.5	4.8		108.4	5.5		123.6	6.2		123.6	6.2	
3.81	03:00		135.7	6.9		150.4	7.6		174.5	8.8		174.5	8.8	
5.09	04:00	105.00	183.4	8.3		182.4	9.2		208.9	10.6		208.9	10.6	
6.35	05:00		183.3	9.3		209.1	10.6		232.4	11.7		232.4	11.7	
7.62	06:00		198.1	10.0		227.6	11.5		251.7	12.7		251.7	12.7	
8.84	07:00		209.7	10.6		239.5	12.1		266.4	13.5		266.4	13.5	
10.16	08:00		218.4	11.0		251.0	12.7		273.2	13.8		273.2	13.8	

Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuancua Lujto  
 Esp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

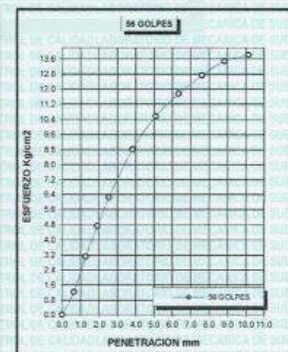
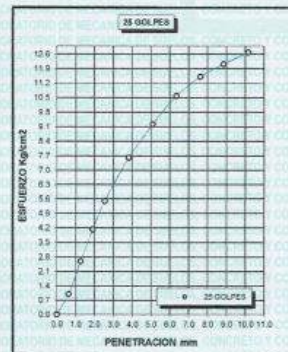
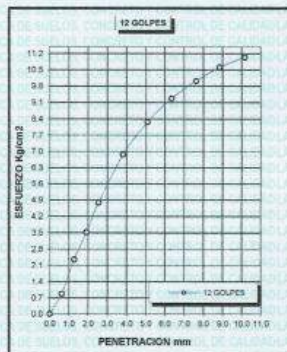
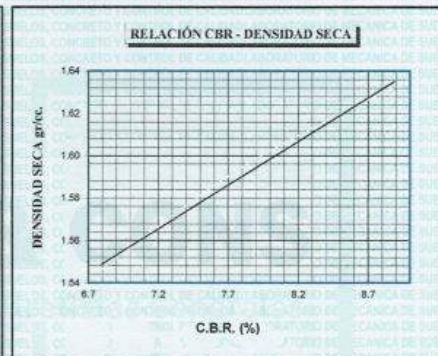
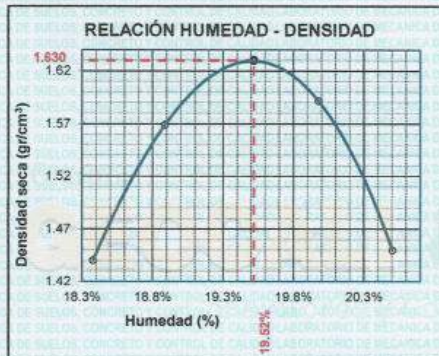
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	*ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Sherley Needa Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.63
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 02 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	19.5%
<b>UBICACION</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	8.76
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470661.1 8439046.6	<b>CBR AL 95 DE M.D.S. (%)</b>	6.79
<b>FECHA</b>	: martes, 3 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACION</b>	: CL
		<b>AASHTO</b>	: A-6
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



Bach. Ing. A. Angel N. de Paria  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

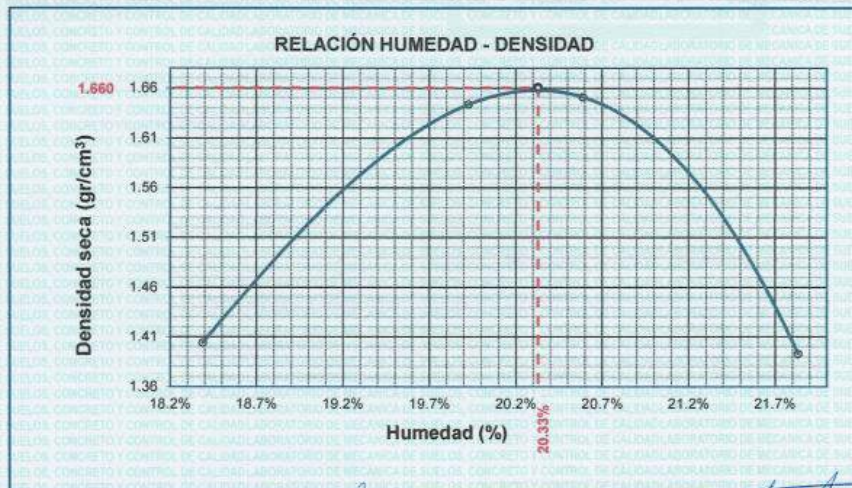
**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARÍ, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needs Maraza Upa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARÍ, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 47D0661.1 8439046.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Húmedo + Molde</b>	gr.	9929	10586	10628	10003
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3533	4190	4232	3607
<b>Densidad del Suelo Húmedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.662	1.971	1.991	1.697

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Húmedo + Capsula</b>	gr.	134.86	123.44	135.52	123.19	110.47	135.86	116.95	114.87
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	117.70	107.80	116.67	105.84	95.30	117.11	100.54	98.75
<b>Peso del Agua</b>	gr.	17.16	15.64	18.85	16.35	15.17	18.75	16.41	16.12
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	23.01	23.95	23.01	23.96	23.41	23.71	25.60	24.70
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	94.69	83.85	93.66	82.88	71.89	93.40	74.94	74.05
<b>% de Humedad</b>	%	18.12%	18.65%	20.1%	19.73%	21.10%	20.07%	21.90%	21.77%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.39%		19.93%		20.59%		21.83%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.404		1.643		1.651		1.393	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.66	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	20.33%	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Neeza Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12625	12334	12665	12497	12676	12597
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4562	4301	4644	4476	4662	4583
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	1.976	1.851	1.999	1.926	2.006	1.972
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	165.39	148.88	182.98	173.99	171.24	161.61	187.66	190.23	158.02
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	136.00	122.94	156.05	147.73	145.43	138.48	159.80	162.68	135.45
Peso del Agua	gr.	29.39	25.94	26.92	26.26	25.81	23.13	27.76	27.55	22.57
Peso de la Capsula	gr.	21.50	21.22	23.10	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	114.50	101.72	132.96	117.23	114.89	114.78	133.23	134.14	111.36
% de Humedad	%	25.87%	25.50%	20.25%	22.40%	22.46%	20.15%	20.82%	20.54%	20.27%
Promedio de Humedad	%	25.58%		20.25%	22.43%		20.15%	20.68%		20.27%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.574	1.539	1.633	1.603	1.663	1.640			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%
27/12/2022	12:00 a.m.		125.3	0	0
28/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00	178.8	1.35	1.17
29/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00	231.2	2.69	2.33
30/12/2022	12:00 a.m.	72:00:00	279.4	3.91	3.39
31/12/2022	12:00 a.m.	96:00:00	316.9	4.87	4.22

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		18.7	0.9		21.2	1.1		24.3	1.2		27.4	1.3	
1.27	01:00		51.7	2.6		56.8	2.9		64.9	3.3		73.0	3.8	
1.91	01:30		83.4	4.2		89.7	4.5		99.5	5.0		111.6	5.7	
2.54	02:00	70.31	115.2	5.8		129.8	6.6		137.2	6.9		149.3	7.4	
3.81	03:00		155.8	7.9		178.7	9.0		187.2	9.5		201.3	11.4	
5.09	04:00	105.00	187.6	9.5		216.4	10.9		225.4	11.4		239.5	13.3	
6.35	05:00		214.2	10.8		240.9	12.2		254.6	12.9		270.5	14.2	
7.62	06:00		234.5	11.9		258.9	13.1		273.7	13.8		289.7	15.1	
8.84	07:00		246.2	12.4		268.3	13.6		288.2	14.6		303.1	15.6	
10.16	08:00		253.5	12.8		273.6	13.8		299.2	15.1				

*[Firma]*  
 Bach. Ing. Wilder Colquehuana Laro  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

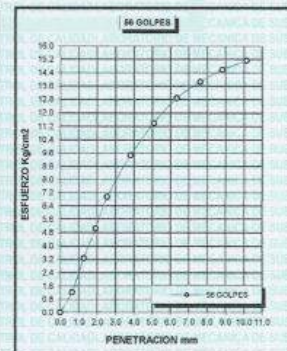
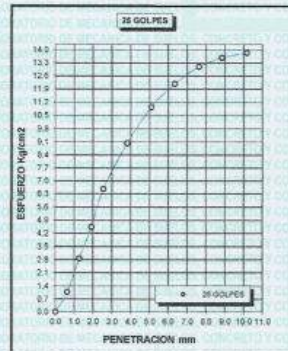
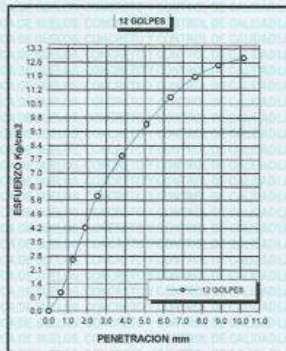
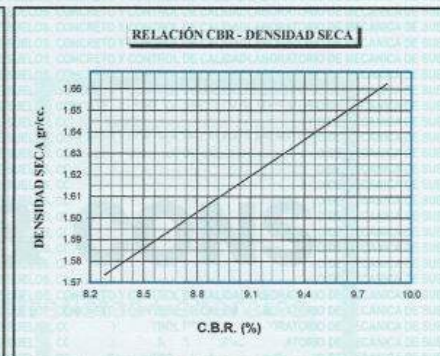
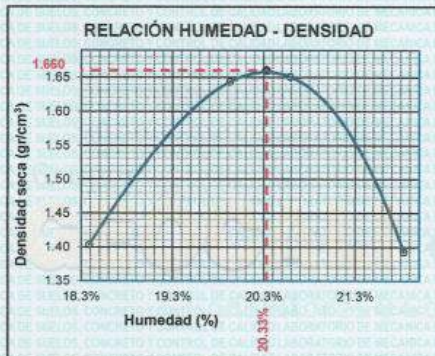
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Shirley Needa Maraza Lipo	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.66
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	20.3%
<b>UBICACIÓN</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	9.82
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470661.1 8439046.6	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	8.34
<b>FECHA</b>	: martes, 3 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACIÓN</b>	: CL
		<b>AASHTO</b>	: A-6
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



*[Signature]*  
Bach. Ing. A. Angel López Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Signature]*  
Ing. Wilder Colquechaca Luyo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD**

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

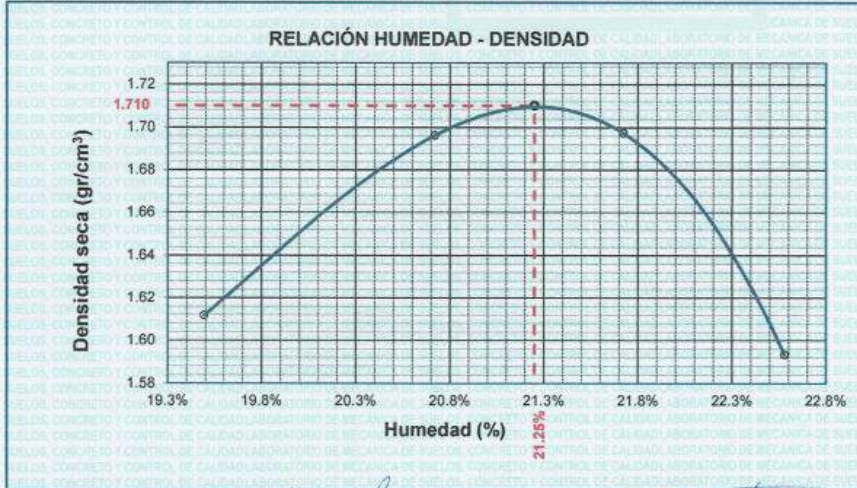
**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126 cm3
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10490	10749	10788	10548
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm3.	4094	4353	4392	4152
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm3.	1.926	2.048	2.066	1.953

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	113.46	157.78	143.55	109.91	158.02	117.19	104.67	175.37
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	98.45	136.20	122.66	95.28	132.37	99.88	90.02	147.80
<b>Peso del Agua</b>	gr.	15.01	21.58	20.89	14.63	23.65	17.31	14.65	27.57
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.53	23.89	21.74	24.74	22.74	20.74	25.67	24.68
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	75.92	112.31	100.92	70.54	109.63	79.14	64.35	123.12
<b>% de Humedad</b>	%	19.77%	19.21%	20.70%	20.74%	21.57%	21.87%	22.77%	22.39%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	19.49%		20.72%		21.72%		22.58%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.612		1.696		1.697		1.593	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.71 gr/cm3
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	21.3%



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. Sharley Needa Maraza Uja  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470561.1 8439046.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
NO DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

CONDICIONES DE LA MUESTRA	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso Suelo Humedo + Molde	gr. 12698	12339	12710	12474	12777	12605
Peso del Molde	gr. 8033	8023	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr. 4665	4316	4689	4453	4763	4591
Volumen del Suelo	cm3. 2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3. 2.008	1.858	2.018	1.917	2.050	1.976

Capsula No	No	III			II			I					
		A	P	C	D	F	G	E	W	R			
Suelo Humedo + Capsula	gr.	157.00	156.00	148.67	141.70	139.85	133.86	129.00	133.50	133.69			
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	130.20	130.56	129.80	120.20	119.20	117.00	111.00	115.00	117.00			
Peso de la Capsula	gr.	26.80	25.44	18.87	21.50	20.65	16.66	18.00	18.50	16.69			
Peso del Suelo Humedo	gr.	20.78	20.66	20.78	20.46	20.85	20.50	20.45	20.05	20.46			
Peso del Suelo Seco	gr.	109.42	109.90	109.02	99.74	98.35	96.50	90.55	94.95	96.54			
% de Humedad	%	24.49%	23.15%	17.31%	21.58%	21.00%	17.28%	19.88%	19.48%	17.29%			
Promedio de Humedad	%	23.82%			17.31%			21.28%			17.26%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.622			1.583			1.664			1.634		
		1.713			1.685								

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
27/12/2022	12:00 a.m.								324.1	0	0
28/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00							370.3	1.17	1.02
29/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00							415.6	2.32	2.02
30/12/2022	12:00 a.m.	72:00:00							456.3	3.36	2.91
31/12/2022	12:00 a.m.	96:00:00							501.3	4.50	3.80

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		23.2	1.2		26.4	1.3		29.7	1.5		33.0	1.7	
1.27	01:00		61.4	3.1		68.7	3.5		76.4	3.9		84.1	4.3	
1.91	01:30		99.3	5.0		106.2	5.4		113.5	6.0		120.8	6.7	
2.54	02:00	70.31	139.7	7.1		148.7	7.5		158.4	8.1		168.1	9.1	
3.81	03:00		187.4	9.5		199.3	10.1		211.5	10.6		223.6	13.0	
5.09	04:00	105.00	223.6	11.3		231.4	11.7		241.3	12.5		251.3	13.0	
6.35	05:00		245.1	12.4		259.3	13.1		267.4	14.5		277.4	15.7	
7.62	06:00		264.5	13.4		278.6	14.1		289.9	15.7		300.9	16.9	
8.84	07:00		278.3	14.1		291.3	14.7		304.4	16.4		315.4	17.9	
10.16	08:00		289.5	14.6		300.1	15.2		310.1	16.9		320.1	18.9	

Bach. Ing. A. Angel Luján Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNICA

Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

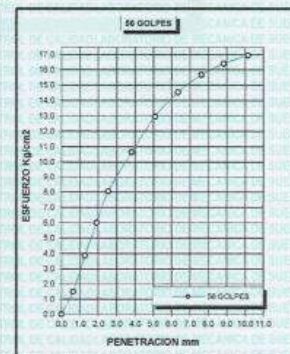
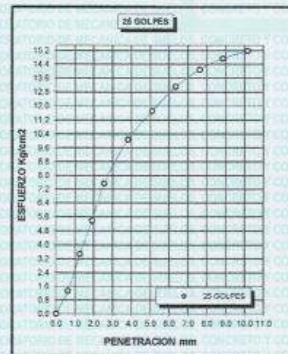
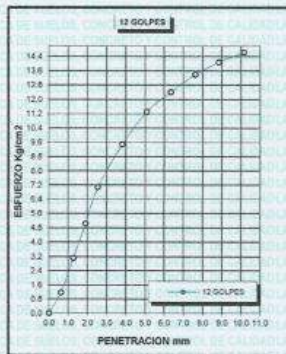
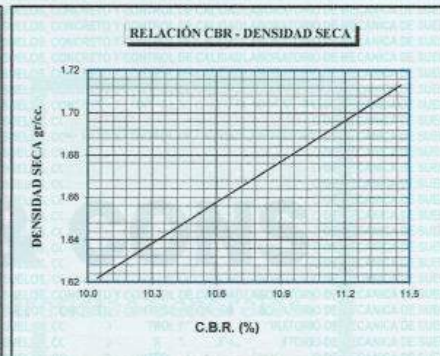
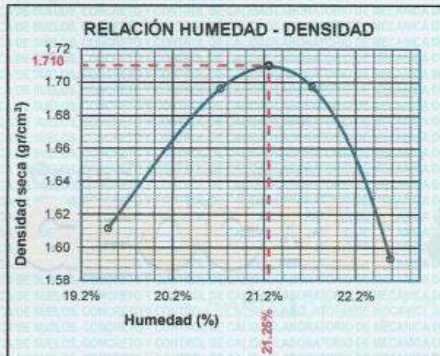
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	*ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARÍ, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Shirley Needa Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b>
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACIÓN</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARÍ, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470661.1 8439046.6	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: martes, 3 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. A. Angal López Puma  
TECNICO DEL LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana Lora  
Eso Geotecnia y Mecanica de Suelos  
CTP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022\*

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Neeđa Maraza Lipa

**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA

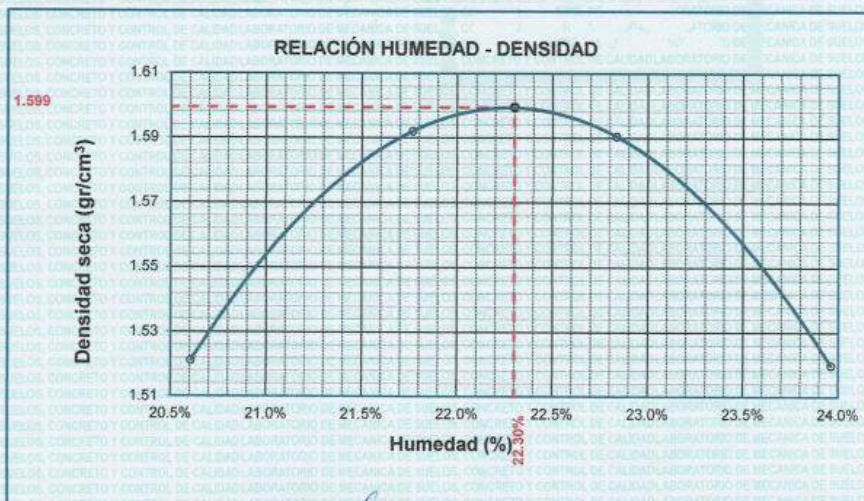
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10296	10517	10549	10401
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3900	4121	4153	4005
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.835	1.938	1.954	1.884

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	112.76	117.02	142.12	118.89	116.32	139.97	105.23	140.52
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	99.65	102.64	124.12	100.56	98.65	119.62	89.67	121.35
<b>Peso del Agua</b>	gr.	13.13	14.38	18.00	16.33	17.67	20.35	15.56	19.17
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	35.21	33.62	40.31	26.52	20.30	31.60	23.68	42.61
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	64.44	69.02	83.81	74.04	76.35	88.02	65.99	78.74
<b>% de Humedad</b>	%	20.38%	20.83%	21.48%	22.06%	22.55%	23.12%	23.58%	24.35%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	20.81%		21.77%		22.84%		23.96%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.521		1.592		1.590		1.520	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.60	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	22.3%	



*[Firmas manuscritas]*

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Needa Maraza Lips

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470661.1 8439046.6

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA

**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO SIN SATURAR.	SATURADO SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR

	gr.	12637	12258	12644	12368	12673	12501
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8023	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4604	4235	4623	4347	4659	4487
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	1.982	1.823	1.990	1.871	2.005	1.931
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	A	B	C	D	T	F	H	K	J
Suelo Humedo + Capsula	gr.	165.66	150.43	176.18	174.53	174.98	168.57	182.32	183.57	152.98
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	132.08	121.15	149.09	142.48	143.81	143.21	151.34	151.58	128.89
Peso del Agua	gr.	33.57	29.28	29.09	32.05	31.17	25.36	30.98	31.99	24.09
Peso de la Capsula	gr.	24.00	24.60	24.05	27.50	28.60	29.50	25.60	25.99	25.07
Peso del Suelo Seco	gr.	108.08	96.55	125.04	114.98	115.21	113.71	125.74	125.59	103.82
% de Humedad	%	31.06%	30.33%	23.26%	27.87%	27.05%	22.30%	24.64%	25.47%	23.20%
Promedio de Humedad	%	30.69%	23.26%	27.46%	22.30%	25.05%	23.20%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.816	1.479	1.561	1.530	1.603	1.567			

### EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
27/12/2022	12:00 a.m.						427.9	0		0	
28/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00					472.5	1.13		0.98	
29/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00					518.6	2.30		2.00	
30/12/2022	12:00 a.m.	72:00:00					564.3	3.46		3.00	
31/12/2022	12:00 a.m.	96:00:00					605.3	4.51		3.91	

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		26.5	1.3		29.4	1.5		34.7	1.8		34.7	1.8	
1.27	01:00		84.7	4.3		93.7	4.7		106.8	5.4		106.8	5.4	
1.91	01:30		126.3	6.4		134.2	6.8		143.7	7.3		143.7	7.3	
2.54	02:00		158.7	8.0		167.9	8.5		177.2	9.0		177.2	9.0	
3.81	03:00		201.4	10.2		219.3	11.1		243.8	12.3		243.8	12.3	
5.09	04:00	105.00	235.2	11.9		259.2	13.1		287.5	14.5		287.5	14.5	
6.35	05:00		264.1	13.3		284.6	14.4		326.4	16.5		326.4	16.5	
7.62	06:00		281.5	14.2		311.2	15.7		349.7	17.7		349.7	17.7	
8.84	07:00		301.3	15.2		329.3	16.6		367.8	18.6		367.8	18.6	
10.16	08:00		315.0	15.9		346.7	17.5		378.2	19.1		378.2	19.1	

Bach. Ing. A. Angel López Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

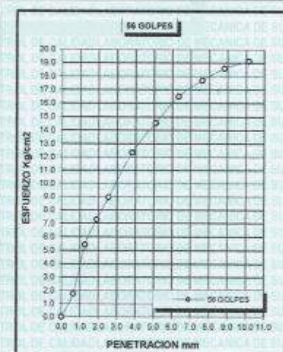
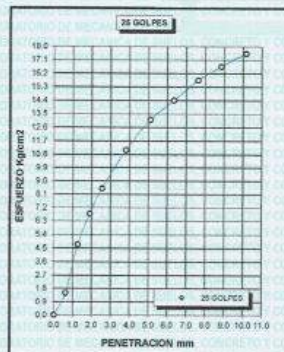
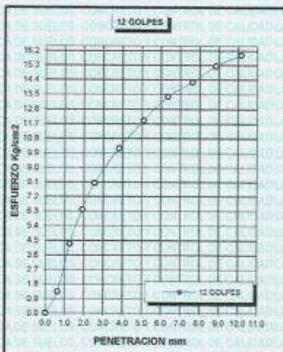
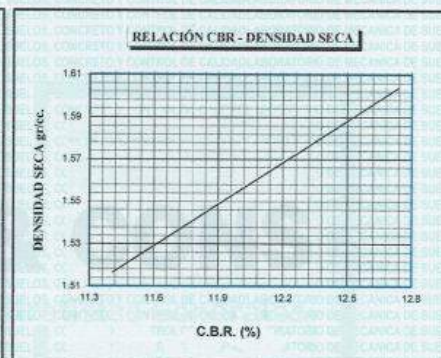
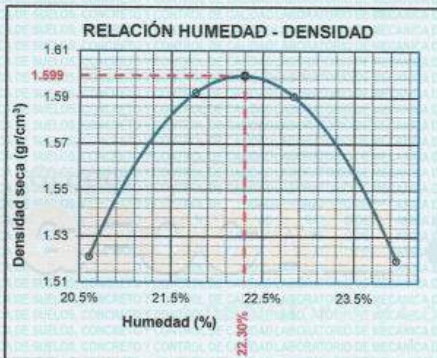
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	*ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Sharley Needa Maraza Lips	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b>
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACION</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470661.1 8439046.6	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: martes, 3 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACION</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-4
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



*[Signature]*  
Bach. Ing. A. Angel Enrique Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Signature]*  
Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
C.I.P. N° 209171

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD**

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)**

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL,  
: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470657 8439048.1

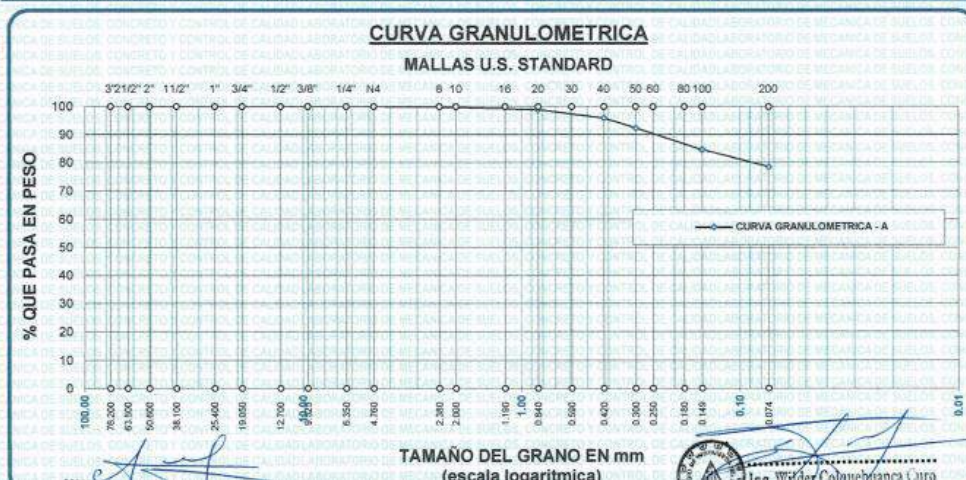
**CALICATA** : C - 03

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m

**FECHA** : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L.= 600.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 129.13
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 470.87
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 14.97
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b> L.L.= 49.29 L.P.= 21.73 I.P.= 27.56
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						<b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b> D10= --- Cu= --- D30= --- Cc= --- D60= ---
No4	4.760	0.15	0.03	0.03	99.98		
No8	2.380						
No10	2.000	1.55	0.26	0.28	99.72		
No16	1.190						<b>CLASIFICACION:</b>  SUCS : CL AASHTO : A - 6
No20	0.840	5.01	0.84	1.12	98.88		
No30	0.590						
No40	0.420	18.17	3.03	4.15	95.85		
No 50	0.300	21.38	3.56	7.71	92.29		<b>OBSERVACIONES:</b>
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	46.61	7.77	15.47	84.53		
No200	0.074	35.41	6.07	21.54	78.46		
<b>BASE</b>		<b>470.87</b>	<b>78.48</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>600.00</b>	<b>100.00</b>				
<b>% PERDIDA</b>							



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TESES : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

SOLICITANTE : Bach. Sherley Needa Maraza Lips

UBICACIÓN : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

COORDENADA : 19L 470657 8439046.1

CALICATA : C - 03

MUESTRA : MUESTRA PATRON

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

FECHA : lunes, 19 de Diciembre de 2022

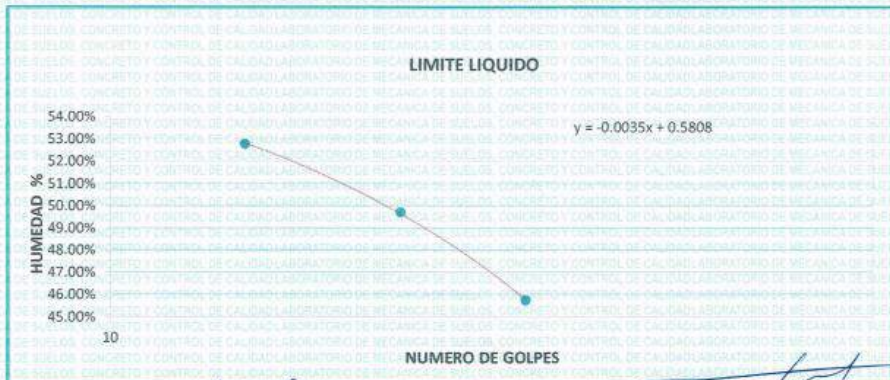
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	K-01	K-02	K-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	38.72	39.13	35.12
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.52	33.08	30.56
AGUA	gr.	6.2	6.05	4.56
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.77	20.91	20.59
PESO DEL SUELO SECO	gr.	11.75	12.17	9.97
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	52.77%	49.71%	45.74%
NUMERO DE GOLPES	N	15	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	K-04	K-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	34.18	35.67
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.76	33.16
AGUA	gr.	2.42	2.51
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	21.69
PESO DEL SUELO SECO	gr.	11.22	11.47
LIMITE PLASTICO	%	21.57%	21.88%

LIMITE LIQUIDO	49.29
LIMITE PLASTICO	21.73
INDICE DE PLASTICIDAD	27.56



Bach. Ing. A. Angel Luque Puma



Ing. Wilder Colquechuanca Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1

**CALICATA** : C - 03

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	M-01	M-02	M-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	45.67	49.62	52.39
CAPSULA + SUELO SECO	gr	37.4	40.8	42.8
AGUA	gr	8.27	8.82	9.59
PESO DE LA CAPSULA	gr	20	21.9	21.8
PESO DEL SUELO SECO	gr	17.4	18.9	21
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	47.53%	46.67%	45.67%
NUMERO DE GOLPES	N	18	26	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	M-04	M-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	28.62	28.5
CAPSULA + SUELO SECO	gr	27	26.9
AGUA	gr	1.62	1.6
PESO DE LA CAPSULA	gr	20.3	20.3
PESO DEL SUELO SECO	gr	6.7	6.6
LIMITE PLASTICO	%	24.18%	24.24%

LIMITE LIQUIDO	46.77
LIMITE PLASTICO	24.21
INDICE DE PLASTICIDAD	22.56

### LIMITE LIQUIDO



*[Firma manuscrita]*

*[Firma manuscrita]*  
Ing. Wilder Colquehuana Curo

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : 'ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022'

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1

**CALICATA** : C - 03

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

### LIMITE LIQUIDO

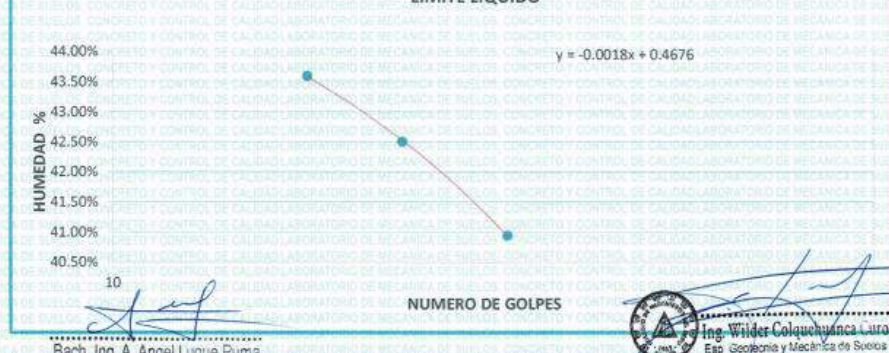
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	N-01	N-02	N-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	41.97	46.28	45.86
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.3	38.8	38.9
AGUA	gr.	6.67	7.48	6.96
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20	21.2	21.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	15.3	17.6	17
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	43.59%	42.50%	40.94%
NUMERO DE GOLPES	N	18	24	33

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	N-04	N-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	149.21	135.89
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	147.4	134.1
AGUA	gr.	1.81	1.79
PESO DE LA CAPSULA	gr.	140.3	126.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.1	7.3
LIMITE PLASTICO	%	25.49%	24.52%

LIMITE LIQUIDO	42.35
LIMITE PLASTICO	25.01
INDICE DE PLASTICIDAD	17.34

### LIMITE LIQUIDO





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022\*

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470667 8439046.1

**CALICATA** : C - 03

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**FECHA** : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	P-01	P-02	P-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	45.89	48.98	50.52
CAPSULA + SUELO SECO	gr	38.60	40.80	42.10
AGUA	gr	7.29	8.18	8.42
PESO DE LA CAPSULA	gr	21.00	20.60	20.80
PESO DEL SUELO SECO	gr	17.60	20.20	21.30
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	41.42%	40.50%	39.53%
NUMERO DE GOLPES	N	16	23	33

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	P-04	P-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	37.21	36.87
CAPSULA + SUELO SECO	gr	33.9	33.4
AGUA	gr	3.31	3.47
PESO DE LA CAPSULA	gr	21.8	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.1	12.5
LIMITE PLASTICO	%	27.36%	27.76%

LIMITE LIQUIDO	40.37
LIMITE PLASTICO	27.56
INDICE DE PLASTICIDAD	12.81

### LIMITE LIQUIDO



*[Signature]*

*[Signature]*  
Ing. Wilder Colquehuana Caro  
Contratista y Mecánica de Suelos

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : 'ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022'

**SOLICITANTE** : Bach. Sherey Needa Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1

**CALICATA** : C - 03

**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m

**FECHA** : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

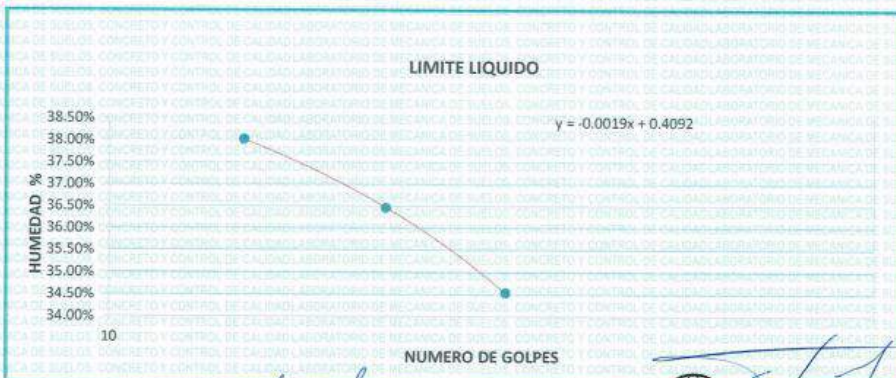
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	P-01	P-02	P-03
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	73.88	77.35	79.99
CAPSULA + SUELO SECO	gr	59.12	62.4	64.61
AGUA	gr	14.76	14.95	15.38
PESO DE LA CAPSULA	gr	20.3	21.4	20.08
PESO DEL SUELO SECO	gr	38.82	41	44.53
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	38.02%	36.46%	34.54%
NUMERO DE GOLPES	N	15	23	33

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	P-04	P-05
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	37.52	37.15
CAPSULA + SUELO SECO	gr	33.9	33.4
AGUA	gr	3.62	3.75
PESO DE LA CAPSULA	gr	21.8	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.1	12.5
LIMITE PLASTICO	%	29.92%	30.00%

LIMITE LIQUIDO	36.08
LIMITE PLASTICO	29.96
INDICE DE PLASTICIDAD	6.12



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*  
Ine. Wilder Colobekuanca Curo

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

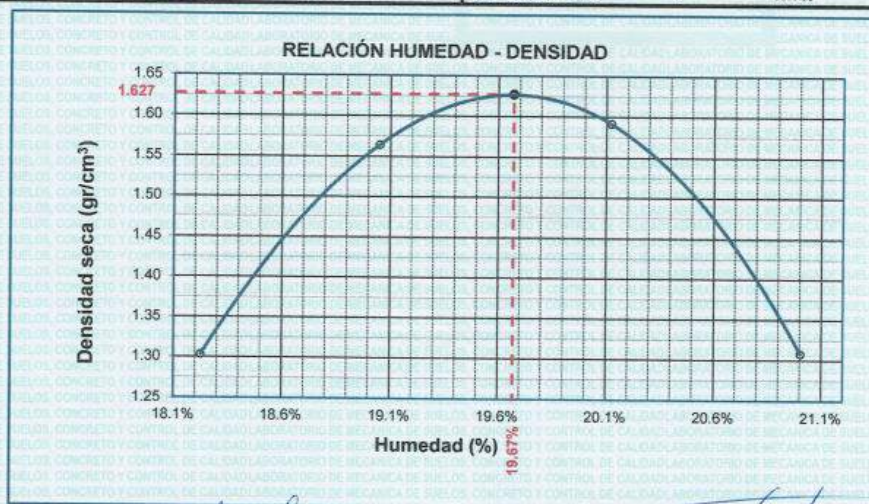
**PROYECTO** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Neeđa Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	9670	10355	10460	9760
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3274	3959	4064	3364
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.540	1.862	1.912	1.582

Capsula No	No	SUP.		INF.		SUP.		INF.	
		gr.		gr.		gr.		gr.	
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	112.02	144.94	106.98	123.00	132.85	110.84	114.92	144.90
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	96.70	125.80	93.87	106.84	114.30	96.11	99.50	123.75
<b>Peso del Agua</b>	gr.	13.32	19.14	13.31	16.24	18.55	14.73	15.42	21.15
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	24.04	22.95	23.00	22.56	21.48	23.40	25.00	24.50
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	74.96	102.85	70.67	84.28	92.82	72.71	74.50	99.25
<b>% de Humedad</b>	%	17.84%	18.61%	18.8%	19.27%	19.98%	20.26%	20.70%	21.31%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.23%		19.05%		20.12%		21.00%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.303		1.564		1.591		1.308	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.63 gr/cm <sup>3</sup>
	MODIFICADO "C"	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	19.7%



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Needa Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	III		II		I	
		SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4553	4231	4586	4368	4646	4462
Volumen del Suelo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	1.960	1.821	1.974	1.880	2.000	1.920

Capsula No	No	H			K			W			A			B			C			E			M			L		
		H	K	W	A	B	C	E	M	L	H	K	W	A	B	C	E	M	L	H	K	W	A	B	C	E	M	L
Suelo Humedo + Capsula	gr.	140.99	163.62	136.93	127.95	116.99	151.18	152.50	169.51	137.50	116.00	132.94	118.36	107.73	98.43	130.41	128.90	142.68	118.50	24.99	30.68	18.57	20.22	18.56	20.77	23.80	26.83	19.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	116.00	132.94	118.36	107.73	98.43	130.41	128.90	142.68	118.50	24.99	30.68	18.57	20.22	18.56	20.77	23.80	26.83	19.00	23.50	20.22	22.10	25.50	24.54	24.70	22.57	24.54	21.21
Peso de la Capsula	gr.	23.50	20.22	22.10	25.50	24.54	24.70	22.57	24.54	21.21	92.50	112.72	96.26	82.23	73.89	105.71	106.33	116.14	97.29	27.02%	27.22%	19.29%	24.59%	25.12%	19.65%	22.20%	22.71%	19.55%
Peso del Suelo Seco	gr.	92.50	112.72	96.26	82.23	73.89	105.71	106.33	116.14	97.29																		
% de Humedad	%																27.02%	27.22%	19.29%	24.59%	25.12%	19.65%	22.20%	22.71%	19.55%			
Promedio de Humedad	%	27.12%			19.29%			24.85%			19.65%			22.45%			19.53%											
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.542			1.527			1.581			1.571			1.633			1.607											

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/12/2022	12:00 a.m.								36.5	0	0
30/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00							88.0	1.31	1.13
31/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00							140.2	2.63	2.28
01/01/2023	12:00 a.m.	72:00:00							191.3	3.93	3.41
02/01/2023	12:00 a.m.	96:00:00							245.0	5.30	4.59

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		11.6	0.6		13.4	0.7		16.7	0.8		16.7	0.8	
1.27	01:00		24.3	1.2		27.3	1.4		34.5	1.7		34.5	1.7	
1.91	01:30		35.7	1.8		42.7	2.2		52.6	2.7		52.6	2.7	
2.54	02:00	70.31	46.2	2.3		56.3	2.8		69.7	3.5		69.7	3.5	
3.81	03:00		64.2	3.2		84.5	4.3		99.3	5.0		99.3	5.0	
5.09	04:00	105.00	79.6	4.0		108.4	5.5		128.4	6.5		128.4	6.5	
6.35	05:00		93.8	4.7		126.2	6.4		152.5	7.7		152.5	7.7	
7.62	06:00		106.8	5.3		141.3	7.1		170.8	8.6		170.8	8.6	
8.84	07:00		114.4	5.8		153.4	7.8		186.3	9.4		186.3	9.4	
10.16	08:00		124.1	6.3		180.1	8.1		198.2	10.0		198.2	10.0	

Bach. Ing. A. Angel L. S. J.  
TECNICO DEL LABORATORIO GEOTECNICO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

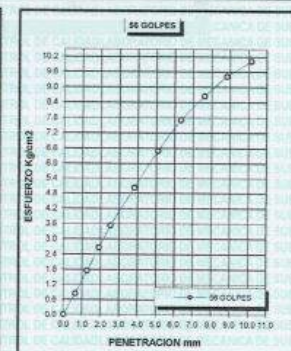
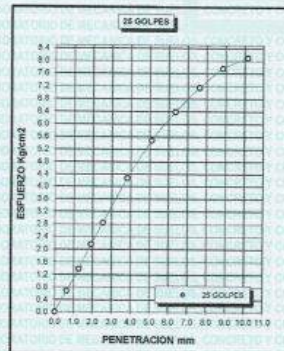
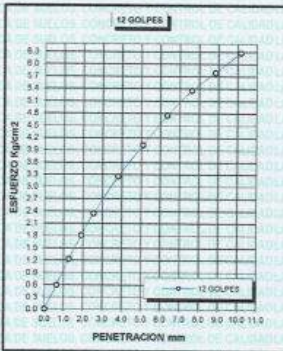
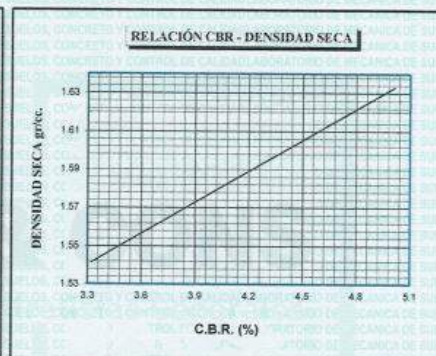
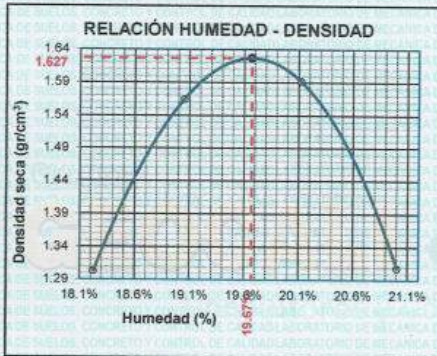
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEICALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>PROYECTO</b>	*ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Sherley Needa Maraza Liza	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b>	1.63
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 03 - MUESTRA PATRON	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	19.7%
<b>UBICACION</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	4.90
<b>COORDENADA</b>	: 10° 47'06.57" 84°39'04.61"	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	3.39
<b>FECHA</b>	: miércoles, 4 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACION</b>	: CL
		<b>AASHTO</b>	: A-6
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



*[Signature]*  
Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



*[Signature]*  
Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
Esp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
C.I.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Neeida Maraza Lipa

**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1

**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.

**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA

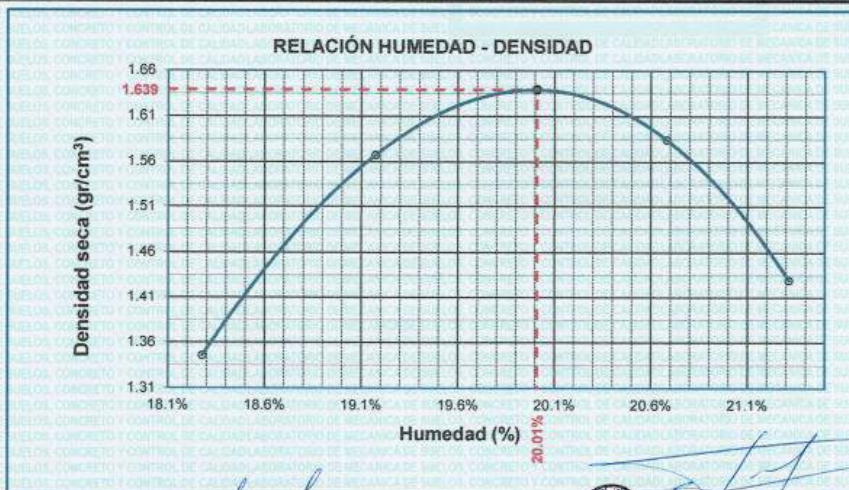
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	9779	10366	10460	10082
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3383	3970	4064	3686
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.591	1.867	1.912	1.734

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	111.35	123.68	158.18	110.80	145.50	113.84	112.35	140.91
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	97.70	107.30	136.67	96.84	126.30	98.11	97.18	120.75
<b>Peso del Agua</b>	gr.	13.65	15.88	21.51	13.96	20.20	15.73	15.17	20.16
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.10	21.95	23.01	24.96	25.41	23.71	25.60	26.70
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	75.60	85.85	113.66	71.88	99.89	74.40	71.58	94.05
<b>% de Humedad</b>	%	18.06%	18.50%	18.8%	19.42%	20.22%	21.14%	21.19%	21.44%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.28%		19.17%		20.68%		21.31%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.345		1.567		1.584		1.429	

<b>METODO:</b> ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.64 gr/cm <sup>3</sup>
	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	20.0%



*[Firma manuscrita]*

Ine. Wilder Colquhuanca Luro

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD**

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Neeida Maraza Lipa

**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 47D657 8439046.1

**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.

**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA

**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12636	12303	12624	12363	12679	12501
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4603	4270	4603	4362	4665	4487
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	1.981	1.838	1.981	1.877	2.008	1.931
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	N	Y	K	G	T	D	N	Y	S
Suelo Humedo + Capsula	gr.	154.00	138.88	183.28	152.99	172.89	162.23	152.40	114.30	159.35
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	126.00	112.94	156.86	127.73	145.43	139.28	129.90	98.88	137.25
Peso del Agua	gr.	28.00	25.94	26.42	25.26	27.46	22.95	22.50	15.62	22.10
Peso de la Capsula	gr.	22.54	20.22	25.10	24.50	35.54	24.75	26.57	29.54	26.83
Peso del Suelo Seco	gr.	103.46	92.72	131.76	103.23	109.89	114.53	103.33	69.14	110.42
% de Humedad	%	27.06%	27.98%	20.05%	24.47%	24.99%	20.04%	21.77%	22.58%	20.61%
Promedio de Humedad	%	27.52%	20.05%	20.05%	24.73%	20.04%	20.04%	22.18%	20.01%	20.01%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.564	1.531	1.588	1.564	1.643	1.609			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/12/2022	12:00: a.m.								162.3	0	0
30/12/2022	12:00: a.m.	24:00:00							213.0	1.29	1.12
31/12/2022	12:00: a.m.	48:00:00							288.6	2.70	2.34
01/01/2023	12:00: a.m.	72:00:00							321.0	4.03	3.50
02/01/2023	12:00: a.m.	96:00:00							368.4	5.23	4.54

**PENETRACION**

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		17.5	0.9		19.8	1.0		22.4	1.1		25.0	1.2	
1.27	01:00		41.6	2.1		50.4	2.5		57.2	2.9		64.0	3.0	
1.91	01:30		65.4	3.3		72.4	3.7		83.3	4.2		94.2	4.5	
2.54	02:00	70.31	84.5	4.3		95.6	4.8		108.0	5.5		120.0	6.0	
3.81	03:00		119.7	6.1		135.8	6.9		148.4	7.4		161.0	8.0	
5.09	04:00	105.00	146.5	7.4		167.3	8.5		179.3	9.1		191.0	9.5	
6.35	05:00		169.7	8.6		190.5	9.6		202.4	10.2		214.0	11.0	
7.62	06:00		185.4	9.4		209.4	10.6		220.7	11.2		232.0	11.8	
8.84	07:00		201.2	10.2		222.4	11.2		232.9	11.8		244.0	12.5	
10.16	08:00		212.5	10.7		226.7	11.6		239.7	12.1		250.0	13.0	

*[Signature]*  
Bach. Ing. A. Angel Lucue Puma  
TECNICO DEL LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Signature]*  
Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
C.M.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

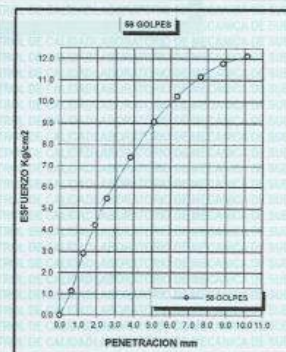
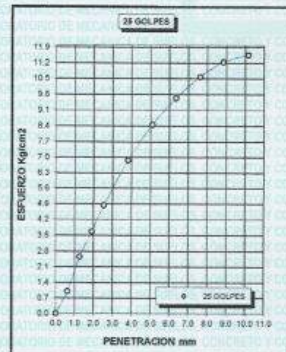
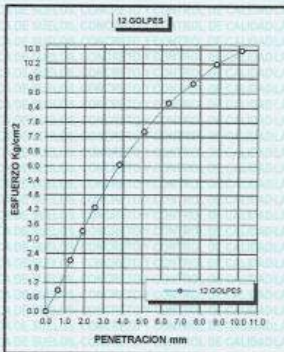
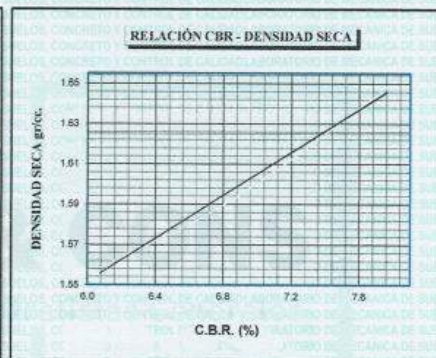
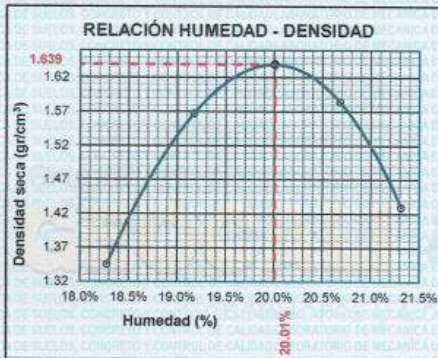
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	*ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Sherley Needo Marza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)</b>
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 03 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACION</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470657 8439046.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: miércoles, 4 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACION</b> : CL
		<b>AASHTO</b> : A-6
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



*[Signature]*  
Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Signature]*  
Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Sheryley Neeida Maraza Lipa

**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1

**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.

**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA

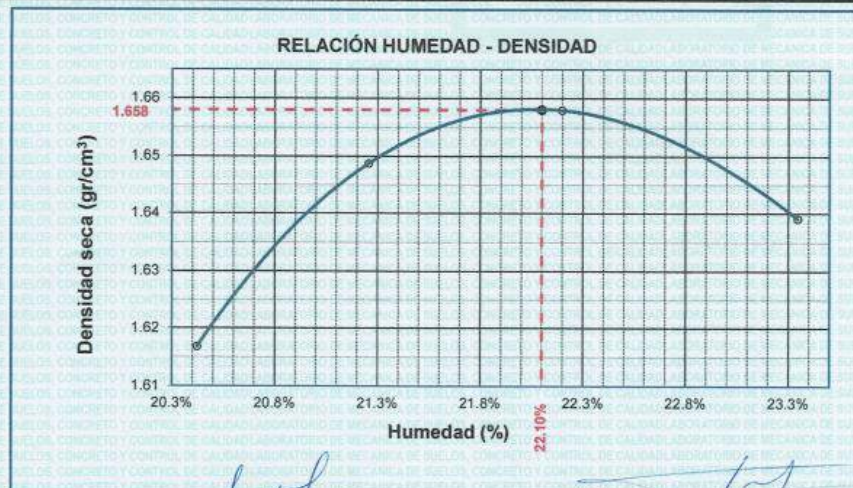
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126 cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56 golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10535	10646	10703	10694
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	4139	4250	4307	4298
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.947	1.999	2.026	2.022

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	123.89	123.47	128.92	122.22	138.19	119.05	121.94	122.83
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	106.72	106.62	109.24	104.42	115.87	101.49	102.91	104.22
<b>Peso del Agua</b>	gr.	17.17	16.85	17.68	17.80	20.32	17.56	19.03	18.61
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	25.72	23.03	23.26	23.33	23.37	23.20	22.89	22.99
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	83.00	83.59	85.98	81.09	92.50	78.29	80.02	81.23
<b>% de Humedad</b>	%	20.66%	20.16%	20.6%	21.95%	21.97%	22.43%	23.78%	22.91%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	20.42%		21.26%		22.20%		23.35%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.617		1.649		1.658		1.639	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.66 gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	22.1%



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Liza  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	5	5	5	5	5	5
No DE CAPAS	12	25	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	25	25	25	25
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12719	12485	12690	12489	12813	12640
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4686	4452	4669	4468	4799	4626
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	2.017	1.916	2.010	1.923	2.065	1.991
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	R			Y			O			K			V		
		R	N	L	Y	N	I	O	K	V	O	K	V	O	K	V
Suelo Humedo + Capsula	gr.	119.00	111.83	115.32	117.10	105.12	114.50	117.00	108.23	116.07	97.27	92.17	96.46	97.46	87.59	97.59
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	21.73	19.66	16.86	19.84	17.53	16.91	18.80	16.32	16.85	21.60	21.80	21.99	21.05	21.08	21.12
Peso de la Capsula	gr.	75.67	70.37	78.47	75.41	66.51	76.47	75.68	69.31	76.65	28.72%	27.94%	22.05%	25.72%	26.36%	22.11%
% de Humedad	%	28.33%	22.05%	22.05%	26.03%	22.11%	22.11%	24.84%	23.55%	22.01%						
Promedio de Humedad	%	28.33%	22.05%	22.05%	26.03%	22.11%	22.11%	24.84%	23.55%	22.01%						
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.572	1.570	1.594	1.575	1.663	1.632									

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	Expansión %
29/12/2022	12:00 a.m.		234.1	0	0
30/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00	289.0	1.39	1.21
31/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00	345.2	2.82	2.45
01/01/2023	12:00 a.m.	72:00:00	389.6	3.96	3.43
02/01/2023	12:00 a.m.	96:00:00	453.2	5.57	4.83

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		18.7	0.9		20.3	1.0		22.8	1.2		25.3	1.4	
1.27	01:00		48.6	2.5		51.4	2.6		57.2	2.9		63.0	3.2	
1.91	01:30		69.4	3.5		75.4	3.8		81.3	4.1		87.2	4.4	
2.54	02:00	70.31	91.7	4.6		98.6	5.0		105.5	5.4		112.4	5.8	
3.81	03:00		123.5	6.3		135.8	6.9		148.1	7.7		160.4	8.5	
5.09	04:00	105.00	146.5	7.4		167.3	8.5		179.3	9.1		191.3	10.2	
6.35	05:00		162.7	8.2		189.5	9.6		201.7	10.2		214.1	11.2	
7.62	06:00		177.4	9.0		208.4	10.5		221.7	11.2		234.7	12.3	
8.84	07:00		185.2	9.4		220.4	11.1		236.4	11.9		248.3	12.3	
10.16	08:00		189.5	9.6		229.3	11.6		243.8	12.3		258.3	12.3	

Bach. Ing. A. Angel Luján Fuma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNICO

Ing. Wilder Colquehuancha Luro  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

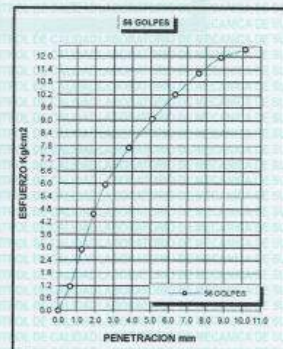
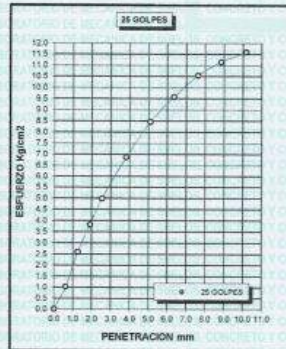
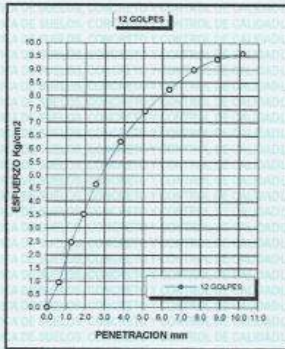
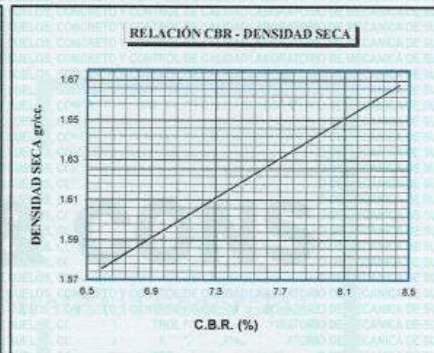
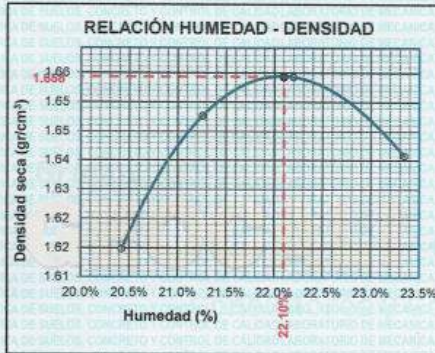
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	: "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Sherley Needa Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACIÓN</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19L 470657 8499046.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: miércoles, 4 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACIÓN</b>
		<b>AASHTO</b>
		<b>EMBEBIDO</b>
		: CL
		: A-6
		: 4 DIAS



Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana Caro  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

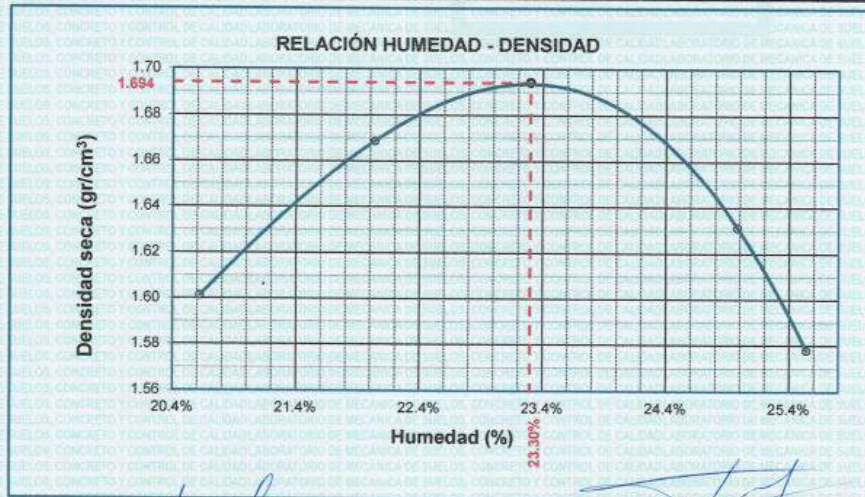
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10502	10725	10730	10607
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	4106	4329	4334	4211
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.931	2.036	2.039	1.981

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	129.45	173.32	112.27	139.04	148.08	117.79	119.24	161.72
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	110.87	148.20	96.35	118.26	124.35	97.98	99.02	134.78
<b>Peso del Agua</b>	gr.	18.58	25.12	15.92	20.78	23.73	19.81	20.22	26.94
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	22.53	23.89	24.74	23.12	25.05	22.00	24.07	23.00
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	88.34	124.31	71.61	95.14	99.32	75.98	74.95	111.78
<b>% de Humedad</b>	%	21.03%	20.21%	22.23%	21.84%	23.89%	26.07%	26.98%	24.10%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	20.62%		22.04%		24.98%		25.54%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.601		1.669		1.631		1.578	

<b>METODO:</b> ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.69	gr/cm <sup>3</sup>
	<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	23.3%	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARA, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARA, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

CONDICIONES DE LA MUESTRA	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso Suelo Humedo + Molde	gr. 12911	12462	12899	12627	12953	12785
Peso del Molde	gr. 8033	8023	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr. 4878	4459	4878	4606	4939	4771
Volumen del Suelo	cm3. 2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3. 2.099	1.919	2.099	1.982	2.126	2.053

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F		
		M	N		M	N		B	V	C	B	V	C	S	D	F	S	D	F	S	D	F			
Suelo Humedo + Capsula	gr.	155.99	149.58	121.43				126.51	149.64	135.96				151.04	167.03	144.43									
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	124.17	119.94	103.01				104.33	122.13	114.52				124.94	138.68	121.36									
Peso del Agua	gr.	31.82	29.64	18.42				22.18	27.51	21.43				26.10	28.35	23.07									
Peso de la Capsula	gr.	21.19	22.74	23.89				24.12	23.34	22.47				24.46	26.12	21.09									
Peso del Suelo Seco	gr.	102.98	97.20	79.12				80.21	98.79	92.05				100.48	112.56	100.27									
% de Humedad	%	30.90%	30.40%	23.28%				27.85%	27.85%	23.28%				25.98%	25.19%	23.01%									
Promedio de Humedad	%	30.70%			23.28%			27.75%			23.28%			25.58%			23.01%								
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.606	1.557		1.643	1.608		1.693	1.669																

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/12/2022	12:00 a.m.								210.0	0	0
30/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00							262.0	1.32	1.15
31/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00							314.0	2.84	2.29
01/01/2023	12:00 a.m.	72:00:00							366.0	3.96	3.44
02/01/2023	12:00 a.m.	96:00:00							418.0	5.28	4.58

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00					0.00	0.00			
0.63	00:30		24.4	1.2		26.3	1.3			29.4	1.5			
1.27	01:00		76.8	3.9		82.7	4.2			91.5	4.6			
1.91	01:30		118.7	6.0		122.7	6.2			130.2	6.6			
2.54	02:00	70.31	145.4	7.3		152.7	7.7			163.3	8.3			
3.81	03:00		184.7	9.3		208.7	10.5			229.3	11.6			
5.09	04:00	105.00	209.7	10.6		247.1	12.5			275.3	13.9			
6.35	05:00		231.4	11.7		272.4	13.8			306.4	15.5			
7.62	06:00		249.4	12.6		289.4	14.6			324.8	16.4			
8.84	07:00		259.1	13.1		304.2	15.4			339.4	17.2			
10.16	08:00		266.5	13.5		316.7	16.0			347.8	17.6			

Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 c.e.p. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

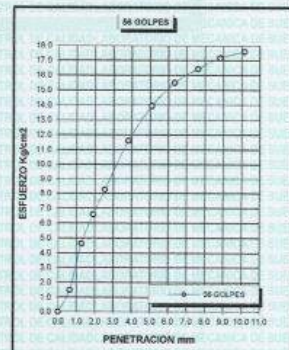
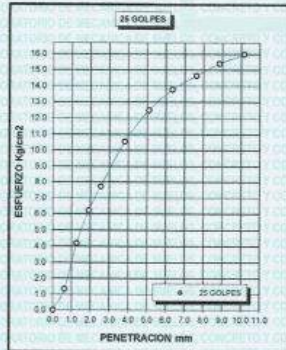
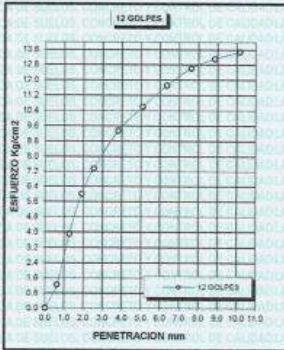
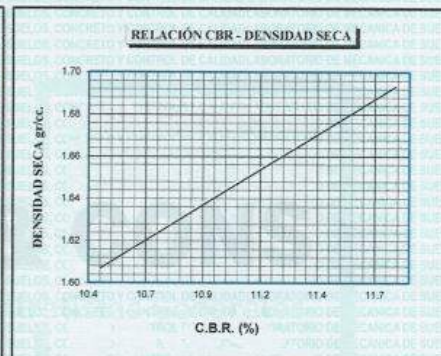
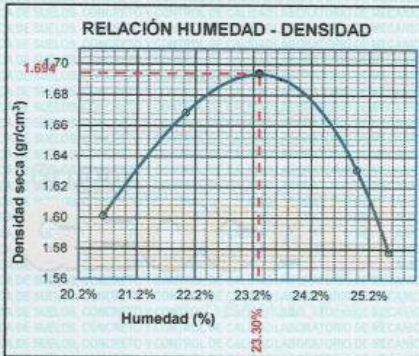
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARÍ, PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. Shirley Neeza Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.69
<b>MUESTRA</b>	CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 30% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	23.3%
<b>UBICACIÓN</b>	CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARÍ, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	11.75
<b>COORDENADA</b>	19L 470657 8499046.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	10.49
<b>FECHA</b>	miércoles, 4 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACIÓN</b>	: ML
		<b>AASHTO</b>	: A-4
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



Bach. Ing. A. Angel Lucas Fuma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

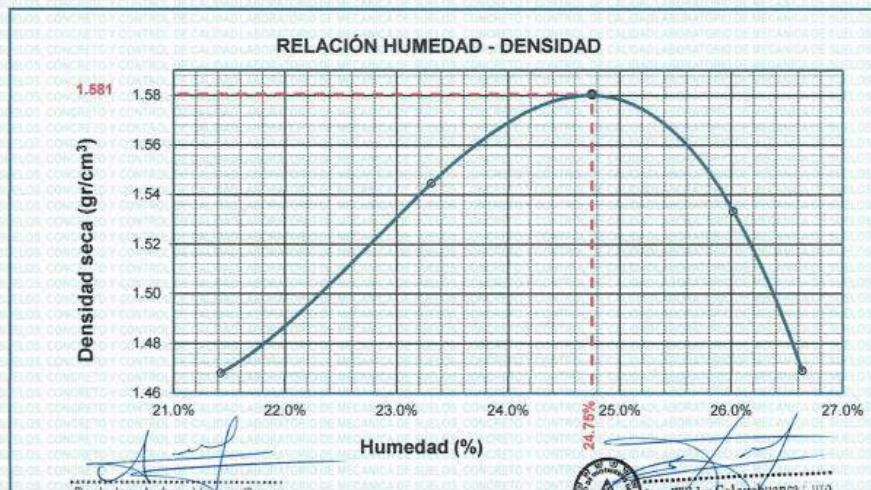
**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherley Needa Maraza Lipa  
**UBICACION** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

<b>MOLDE No</b>	:	1	<b>VOLUMEN DEL MOLDE</b>	:	2126	cm <sup>3</sup>
<b>No DE CAPAS</b>	:	5	<b>GOLPES POR CAPA</b>	:	56	golpes

<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	10186	10445	10504	10351
<b>Peso del Molde</b>	gr.	6396	6396	6396	6396
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	3790	4049	4108	3955
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm <sup>3</sup> .	1.783	1.905	1.932	1.880

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	109.35	100.96	101.20	108.85	96.02	106.23	115.64	110.45
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	97.65	90.65	89.64	96.45	84.69	92.35	100.23	96.49
<b>Peso del Agua</b>	gr.	11.70	10.31	11.56	12.40	11.33	13.88	15.41	13.96
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	42.60	42.90	39.78	43.55	40.95	39.24	41.97	44.44
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	55.05	47.75	49.86	52.90	43.74	53.11	58.26	52.05
<b>% de Humedad</b>	%	21.25%	21.59%	23.18%	23.44%	25.90%	26.13%	26.45%	26.82%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	21.42%		23.31%		26.02%		26.64%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.468		1.545		1.533		1.469	

<b>METODO:</b>	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	:	1.58	gr/cm <sup>3</sup>
		<b>HUMEDAD OPTIMA</b>	:	24.8%	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**SOLICITANTE** : 2022\*  
 : Bach. Shirley Needa Maraza Lips  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470657 8439046.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.55 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : miércoles, 4 de Enero de 2023

MOLDE No	III		II		I		
	5	5	5	5	5	5	
<b>No DE CAPAS</b>	12		25		56		
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	12		25		56		
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	
<b>Peso Suelo Humedo + Molde</b>	gr.	12581	12212	12588	12352	12670	12498
<b>Peso del Molde</b>	gr.	8033	8023	8021	8021	8014	8014
<b>Peso del Suelo Humedo</b>	gr.	4548	4189	4567	4331	4656	4484
<b>Volumen del Suelo</b>	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
<b>Densidad del Suelo Humedo</b>	gr/cm3	1.957	1.803	1.966	1.864	2.004	1.930

Capsula No	No	A			D			E			W			R					
		A	P	C	D	F	G	E	W	R	E	W	R	E	W	R			
<b>Suelo Humedo + Capsula</b>	gr.	171.00	154.80	181.24	180.71	178.59	156.22	195.00	198.75	157.29									
<b>Peso del Suelo Seco + Capsula</b>	gr.	136.00	122.94	149.88	147.73	145.43	129.99	159.90	162.68	130.91									
<b>Peso del Agua</b>	gr.	35.00	31.86	31.36	32.98	33.16	26.23	35.10	36.07	26.38									
<b>Peso de la Capsula</b>	gr.	20.35	20.50	23.00	20.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09									
<b>Peso del Suelo Seco</b>	gr.	115.65	102.44	126.88	117.23	114.89	106.29	133.33	134.14	106.82									
<b>% de Humedad</b>	%	30.26%	31.10%	24.72%	28.13%	28.86%	24.66%	26.33%	26.89%	24.70%									
<b>Promedio de Humedad</b>	%	30.68%			24.72%			28.50%			24.68%			26.61%			24.70%		
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cm3	1.498			1.446			1.530			1.495			1.583			1.548		

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/12/2022	12:00 a.m.								101.5	0	0
30/12/2022	12:00 a.m.	24:00:00							145.0	1.10	0.96
31/12/2022	12:00 a.m.	48:00:00							169.0	2.22	1.93
01/01/2023	12:00 a.m.	72:00:00							235.0	3.39	2.94
02/01/2023	12:00 a.m.	96:00:00							279.3	4.52	3.92

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		29.1	1.5		35.4	1.8		41.8	2.1		48.2	2.4	
1.27	01:00		70.7	3.8		86.7	4.4		97.5	4.9		112.5	5.3	
1.91	01:30		118.4	6.0		128.2	6.4		138.4	7.0		158.4	8.0	
2.54	02:00	70.31	152.7	7.7		161.4	8.2		176.2	8.9		191.2	9.5	
3.81	03:00		216.3	10.9		221.7	11.2		238.5	12.1		253.5	13.0	
5.09	04:00	105.00	257.3	13.0		269.1	13.6		284.6	14.4		301.2	15.1	
6.35	05:00		289.8	14.6		304.4	15.4		317.2	16.0		331.2	17.0	
7.62	06:00		318.4	16.1		330.7	16.7		337.9	17.1		354.7	18.3	
8.84	07:00		332.7	16.8		348.8	17.6		354.7	17.9		364.9	18.4	
10.16	08:00		344.8	17.4		359.7	18.2							

*[Firma]*  
 Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Firma]*  
 Ing. Wilder Colquhuanca Lara  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

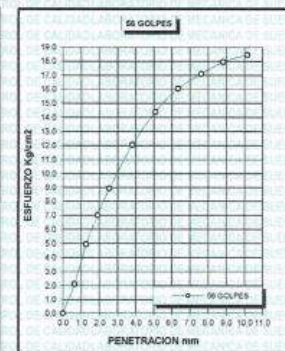
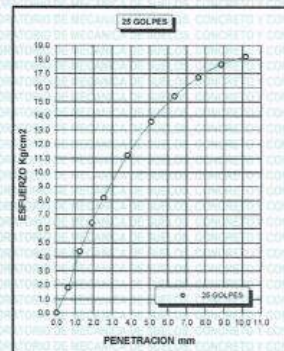
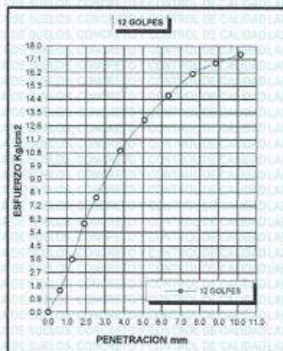
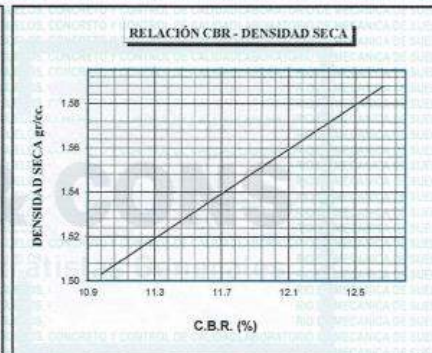
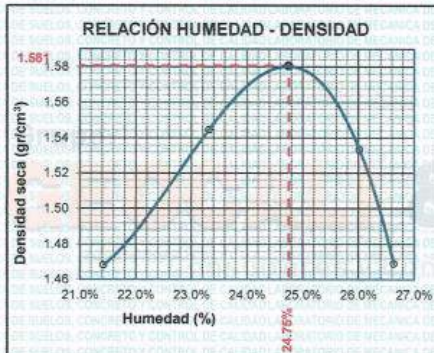
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:  
**GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b>	*ESTABLACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. Shirley Needa Maraza Lipa	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>MUESTRA</b>	: CALICATA 03 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>
<b>UBICACION</b>	: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>
<b>COORDENADA</b>	: 19.470857 8439046.1	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>
<b>FECHA</b>	: miércoles, 4 de Enero de 2023	<b>CLASIFICACION</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-6
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Bach. Ing. A. Angel Lloque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
Especialista en Mecánica de Suelos  
CIP N° 209171



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 1 de 3

<b>Expediente:</b>	S-0038-2022		
<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.		
<b>Capacidad</b>	5 000 kgf		
<b>Dirección de carga</b>	Ascendente		
<b>FABRICANTE</b>	KAIZACORP		
<b>Modelo</b>	NO INDICA		
<b>Serie</b>	508		
<b>Indicador Digital (modelo // Serie)</b>	NO INDICA		
<b>Celda de Carga (modelo // Serie)</b>	ZEMIC//H3-C3//VC146299		
<b>Ubicación</b>	JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA		
<b>Codigo Identificacion</b>	NO INDICA		
<b>Norma utilizada</b>	ASTM E4 // ISO 7500-1		
<b>Temperatura de prueba °C</b>	Inicial	22.9	Final 23.2
<b>Inspección general</b>	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
<b>Intervalo calibrado</b>	De 500 a 5000 kgf	10% al 100%	
<b>Solicitante</b>	GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.		
<b>Dirección</b>	JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	Tipo / Modelo	CELDA DE CARGA	
	Certif. de calibr.	INF-LE N° 168-21 PUCP	
<b>Unidades de medida</b>	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	2022/02/04		
<b>FECHA DE EMISION</b>	2022/02/07		
<b>FIRMAS AUTORIZADAS</b>			

Jefe de Metrologia  
Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

📠 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

**DATOS DE CALIBRACIÓN**

ESCALA : 49.03 kN Resolución: 0.001 kN Dirección de la carga: Ascendente  
5000.0 kgf 0.1 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
			kN	kN	kN	kN	kN
10	4.90	500	4.95	4.94	No aplica	4.96	No aplica
20	9.81	1 000	9.90	9.89	No aplica	9.90	No aplica
30	14.71	1 500	14.76	14.79	No aplica	14.79	No aplica
40	19.61	2 000	19.64	19.64	No aplica	19.64	No aplica
50	24.52	2 500	24.47	24.49	No aplica	24.51	No aplica
60	29.42	3 000	29.32	29.34	No aplica	29.34	No aplica
70	34.32	3 500	34.17	34.18	No aplica	34.18	No aplica
80	39.23	4 000	39.01	39.02	No aplica	39.02	No aplica
90	44.13	4 500	43.91	43.91	No aplica	43.92	No aplica
100	49.03	5 000	48.80	48.80	No aplica	48.81	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 049.03 kN Incertidumbre del patrón 0.096 %

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
			q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	4.90	500	-0.92	0.54	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	-0.90	0.13	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	-0.47	0.19	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	-0.13	0.04	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	0.11	0.14	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	0.30	0.08	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	0.43	0.05	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	0.53	0.03	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	0.50	0.03	No aplica	No aplica	0.00
100	49.03	5 000	0.47	0.03	No aplica	No aplica	0.00
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Jefe de Metrología  
Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

**MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.**

ESCALA 5 000 kgf

Error de exactitud 0.53 %

Error de repetibilidad 0.54 %

Error de Reversibilidad No aplica

Error de cero 0

Error por acces 0 %

Resolución 0.01 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1.

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

**TRAZABILIDAD**

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Peru.

**OBSERVACIONES .**

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Jefe de Metrologia  
Luiggi Aseño G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

📠 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022**

Página 1 de 5

**Expediente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Equipo de Medición** : HORNO ELECTRICO  
**Marca** : KAIZACORP  
**Modelo** : STHJX-A1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Código de Ident.** : NO INDICA  
**Número de Serie** : 200621  
**T° de trabajo** : 110 °C ± 10 °C  
**Ventilación** : Forzada  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	300°C	1°C	Digital

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar y con un Termometro digital con 10 termopares utilizando el "PC-018 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". INDECOPi-Segunda Edición - junio 2009.

**Observaciones**

- (\*) Identificación grabada en una etiqueta adherida en el instrumento.
  - Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
  - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

Luigi Asenjo G  
Jefe de Metrologia



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

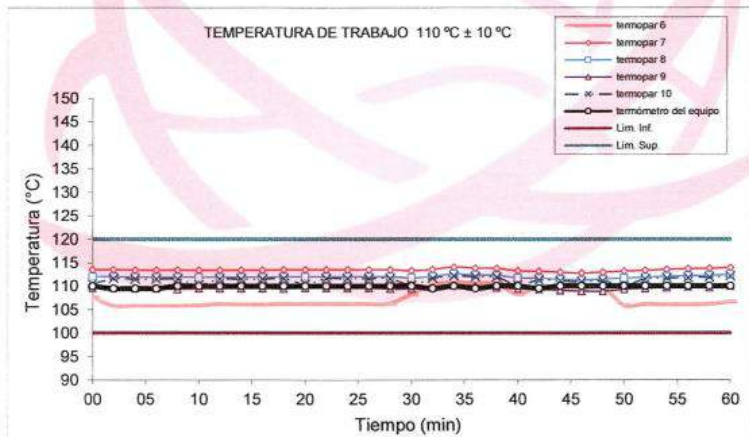
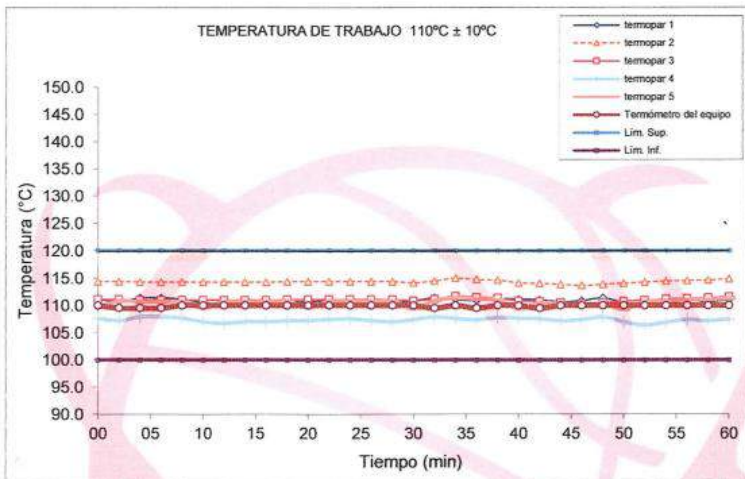
ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

Página 4 de 5



*[Signature]*  
Luigi Asenjo  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

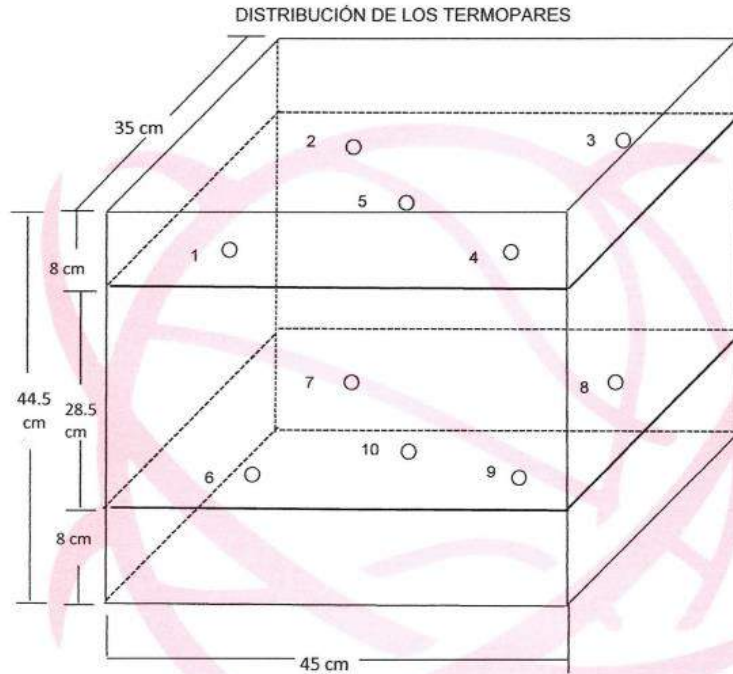
✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CT-013-2022**

Página 5 de 5



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm y a 8 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.

Luigi Asenjo G.  
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

📠 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CL-164-2022**

**Expendiente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MARTILLO PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : MM-1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Compactación de suelos en el Laboratorio utilizando una energía standard MTC E115 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 1557.

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones**

• Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".  
 Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.

El usuario es responsable de la recalibracion de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luigi Asenjo G.  
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CL-165-2022**

**Expendiente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MOLDE PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : M-2  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA STANDARD 600 kN-m/m<sup>3</sup> MTC E 116 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 698.

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
  - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (\*) Código asignado por AG4 Ingeniería & Metrología

Luiger Asenjo  
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CL-166-2022**

**Expediente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MARTILLO PROCTOR ESTANDAR  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : ME-1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Compactación de suelos en el Laboratorio utilizando una energía standard MTC E115 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 1557.

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CL-167-2022**

**Expediente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MOLDE PROCTOR ESTANDAR  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : ME-1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA STANDARD 600 kN-m/m<sup>3</sup> MTC E 116 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 698.

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1°C	20.5°C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

Luigi Aserjo G.  
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CH-011-2022**

**Expediente** : S-0043-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MEDIDOR DE HUMEDAD  
**Marca** : KAIZACORP  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : MH-001  
**Identificación** : NO INDICA  
**Procedencia** : PERÚ  
**Alcance máximo** : 20 % HR  
**Tipo de indicación** : Analógica  
**Lugar de Calibración** : Lab. Humedad de AG4 INGENIERIA & METROLOGIA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-08  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-08

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales. "Contenido de humedad en los suelos método del carburo de calcio" MTC E126 - 2016. La calibración se efectuó con patrones que tienen trazabilidad al INACAL-DM. Agregado al método de comparación indirecta utilizando una muestra de humedad de referencia.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La calibración se realizó con 6 g de muestra.

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.

El usuario es responsable de la recalibracion de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

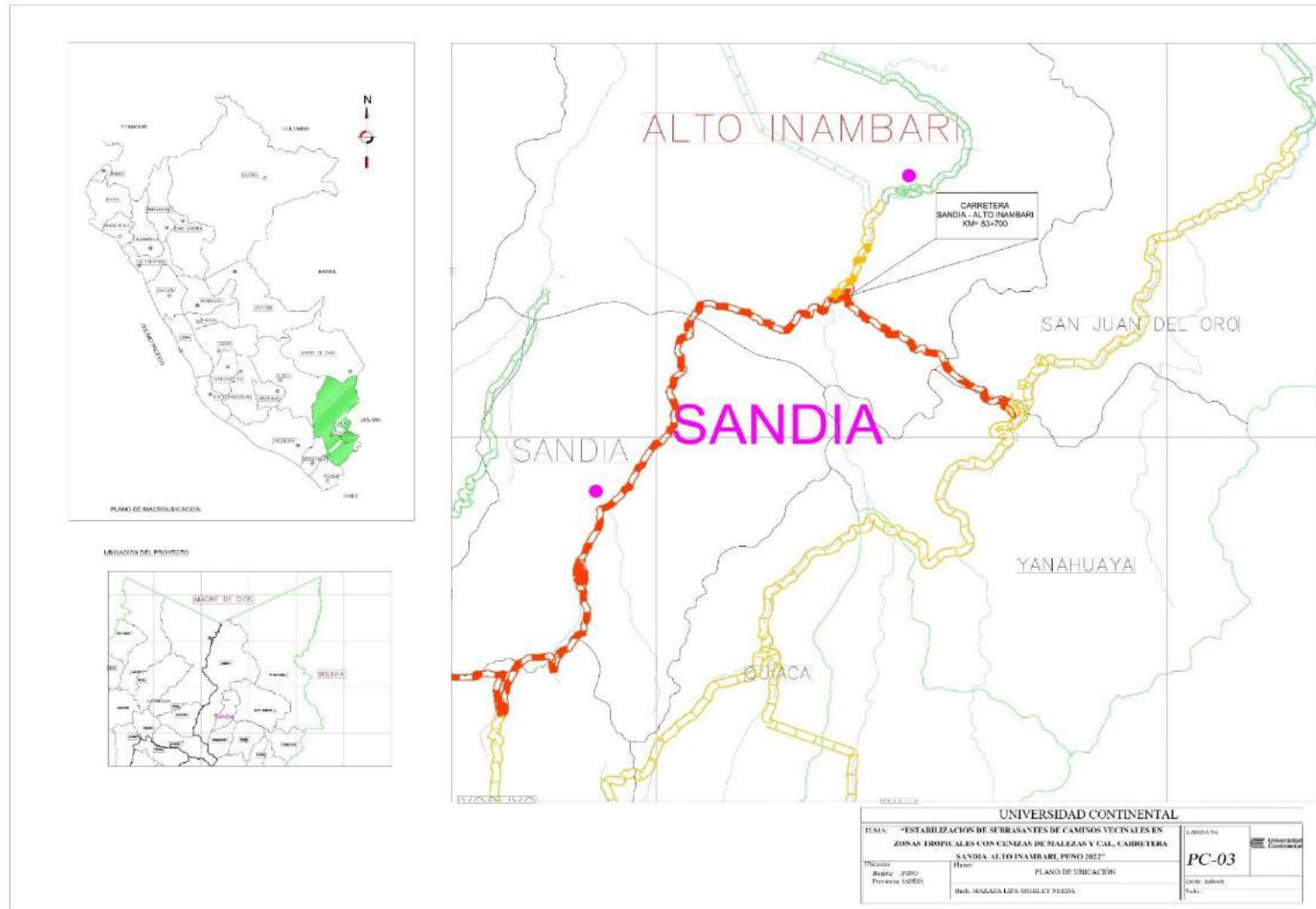
El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA

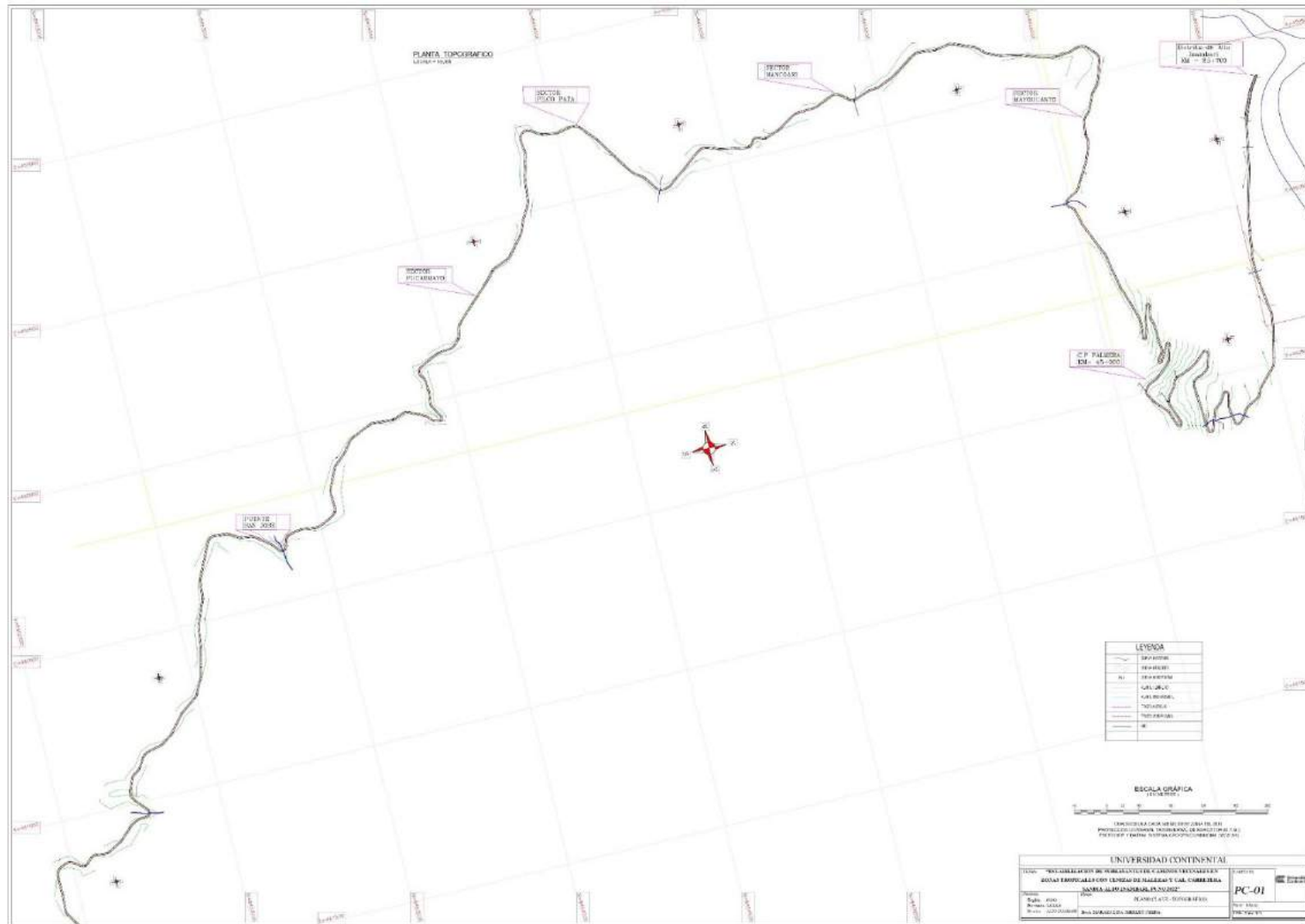
Luigi Asehjo G.  
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

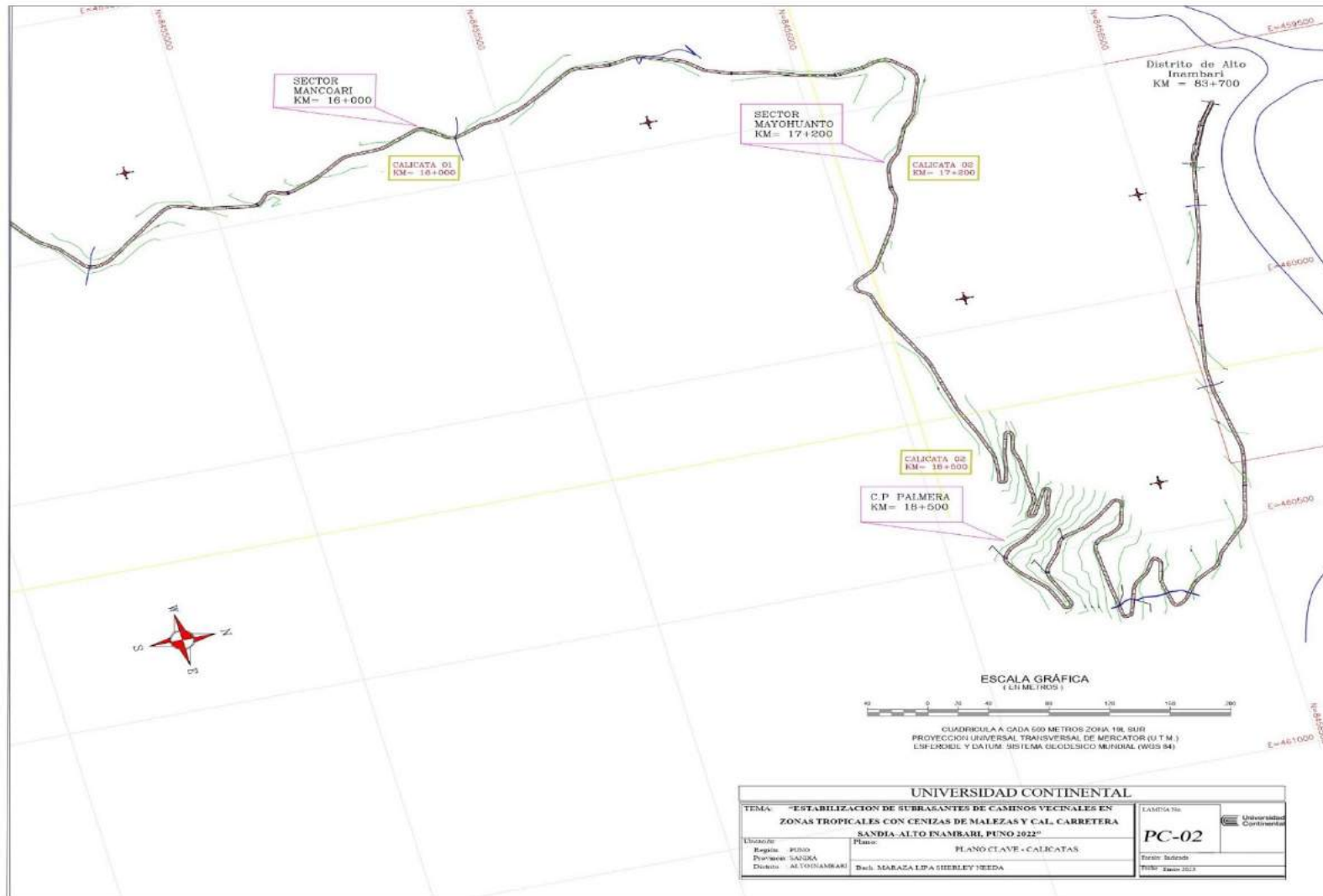
**Anexo 5.** Plano de ubicación y localización.



**Anexo 6.** Plano general de carretera Sandia - Alto Inambari.



**Anexo 7. Plano de calicatas.**



**Anexo 8. Registro fotográfico.**



*Fotografía 1. Obtención de maleza (mala hierba).*



*Fotografía 2. Obtención de la ceniza de maleza.*





*Fotografía 3. Calicata N° 01 - Progresiva 16+000.*



*Fotografía 4. Excavación calicata N° 01 - Progresiva 16+100.*



*Fotografía 5. Calicata N° 02 - Progresiva 17+200.*



*Fotografía 6. Excavación calicata N° 02 - Progresiva 17+200.*



*Fotografía 7. Calicata N° 03 - Progresiva 18+500.*



*Fotografía 8. Excavación calicata N° 03 - Progresiva 18+500.*



Fotografía 9. Ensayo de clasificación de suelos al suelo natural de la calicata.



Fotografía 10. Ensayo granulométrico de suelos de las respectivas calicatas.



Fotografía 11. Ensayo Proctor modificado de suelo.



Fotografía 12. Ensayo Proctor modificado.



*Fotografía 13. Ensayo CBR.*



*Fotografía 14. Ensayo con el equipo de CBR.*



Fotografía 15. Ensayo de los límites de consistencia (Ensayo de Casagrande).



Fotografía 16. Ensayo de los límites de consistencia.



*Fotografía 17. Ensayo de los límites de consistencia (plasticidad del suelo).*



*Fotografía 18. Estado de la carretera Sandia - Alto Inambari progresiva 17+800.*