

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE
ADICIONANDO CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA
CARRETERA EL SALADO – ANGAMOS, JAMALCA,
AMAZONAS, 2023**

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

Autor: Bach. Jhordy Armando Cabrejos Guevara

Asesor: Ing. Marco Antonio Martínez Serrano

Línea de Investigación : LI_IC_05 Geología y Geotecnia

NOMBRE DEL TRABAJO

PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALADO – A

AUTOR

Jhordy Armando Cabrejos Guevara

RECUENTO DE PALABRAS

23593 Words

RECUENTO DE CARACTERES

113321 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

180 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

28.1MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 1, 2024 10:10 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 1, 2024 10:12 AM GMT-5

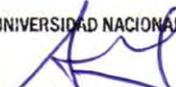
● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



“AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA
CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO”

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 9 de octubre del año 2024, siendo las 16:30 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. EDINSON VIAMNEY LLAMO GOICOCHEA
Secretario : DR. FERNANDO DEMETRIO LLATAS VILLANUEVA
Vocal : Dr. ERICK MAC KEY DELGADO BAZAN

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

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

Titulado: **“PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUSA DE MAIZ EN LA CARRETERA EL SALADO-ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023”**; presentado por el bachiller **Jhordy Armando Cabrejos Guevara**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Mg. EDINSON VIAMNEY LLAMO GOICOCHEA
Presidente

DR. FERNANDO DEMETRIO LLATAS VILLANUEVA
Secretario

Dr. ERICK MAC KEY DELGADO BAZAN
Vocal

ÍNDICE

ÍNDICE.....	ii
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Antecedentes.....	3
1.5. Objetivos.....	10
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
2.2. Población, muestra y muestreo.....	11
2.3. Hipótesis.....	12
2.4. Variables.....	12
2.5. Materiales.....	12
2.6. Métodos.....	12
2.7. Técnicas.....	12
2.8. Instrumentos.....	12
2.9. Procedimiento de recolección de datos.....	13
III. RESULTADOS.....	17
IV. DISCUSIÓN.....	39
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones.....	44
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
AGRADECIMIENTO.....	49
DEDICATORIA.....	50
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas topográficas de la ubicación de las calicatas	17
Tabla 2. Propiedades físicas del suelo sin adición.....	17
Tabla 3. Clasificación del suelo sin adición	18
Tabla 4. Propiedades del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz.....	22
Tabla 5. Clasificación del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz	22
Tabla 6. Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo sin adición ...	26
Tabla 7. CBR del suelo sin adición	28
Tabla 8. Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo con adición ...	29
Tabla 9. CBR del suelo con adición	30
Tabla 10. Costo por m2 sin la adición de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante ...	31
Tabla 11. Costo por m2 de la adición de 2% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante	32
Tabla 12. Costo por m2 de la adición de 4% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante	32
Tabla 13. Costo por m2 de la adición de 6% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante	33
Tabla 14. Prueba estadística Anova para la humedad del suelo	34
Tabla 15. Subconjuntos de HDS Tukey para la humedad del suelo.....	34
Tabla 16. Prueba estadística Tukey para la humedad del suelo	34
Tabla 17. Prueba estadística Anova para el porcentaje de finos del suelo	35
Tabla 18. Subconjuntos de HDS Tukey para el porcentaje de finos del suelo.....	35
Tabla 19. Prueba estadística Tukey para el porcentaje de finos del suelo.....	35
Tabla 20. Prueba estadística Anova para el índice de plasticidad del suelo.....	36
Tabla 21. Subconjuntos de HDS Tukey para el índice de plasticidad del suelo	36
Tabla 22. Prueba estadística Tukey para el índice de plasticidad del suelo	36
Tabla 23. Prueba estadística Anova para la máxima densidad seca del suelo.....	37
Tabla 24. Subconjuntos de HDS Tukey para la máxima densidad seca del suelo	37
Tabla 25. Prueba estadística Tukey para la máxima densidad seca del suelo	37
Tabla 26. Prueba estadística Anova para el CBR seca del suelo.....	38
Tabla 27. Subconjuntos de HDS Tukey para el CBR seca del suelo	38
Tabla 28. Prueba estadística Tukey para el CBR seca del suelo	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medición de profundidad de calicata N° 2.....	13
Figura 2. Tamizado de la muestra de suelo de la calicata N° 1	13
Figura 3. Colocación en el horno de las muestras de la calicata N° 2.....	14
Figura 4. Obtención de ceniza de tusa de maíz en parcelas agrícolas	14
Figura 5. Ensayo de límite líquido del suelo con el 2% de adición.....	15
Figura 6. Ensayo de límite plástico del suelo con adición del 6%	15
Figura 7. Ensayo de Proctor del suelo con adición del 2%	16
Figura 8. Ensayo de CBR del suelo con el 2% de adición	16
Figura 9. Contenido de humedad del suelo sin adición.....	18
Figura 10. Porcentaje de grava del suelo sin adición	19
Figura 11. Porcentaje de arena del suelo sin adición.....	19
Figura 12. Porcentaje de finos del suelo sin adición	20
Figura 13. Límite líquido del suelo sin adición	20
Figura 14. Límite plástico del suelo sin adición.....	21
Figura 15. Índice de plasticidad del suelo sin adición.....	21
Figura 16. Contenido de humedad del suelo con adición.....	23
Figura 17. Porcentaje de grava del suelo con adición	23
Figura 18. Porcentaje de arena del suelo con adición	24
Figura 19. Porcentaje de finos del suelo con adición	24
Figura 20. Límite líquido del suelo con adición.....	25
Figura 21. Límite plástico del suelo con adición.....	25
Figura 22. Índice de plasticidad del suelo con adición.....	26
Figura 23. Máxima densidad seca del suelo sin adición.....	27
Figura 24. Óptimo contenido de humedad del suelo sin adición.....	27
Figura 25. CBR del suelo sin adición.....	28
Figura 26. Máxima densidad seca del suelo con adición	29
Figura 27. Óptimo contenido de humedad del suelo con adición	30
Figura 28. CBR del suelo con adición.....	31
Figura 29. Costo por m ² de la adición de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante...	33
Figura 30. Registro de ubicación de la calicata N° 01	149
Figura 31. Medición de la profundidad de la calicata N° 02.....	149
Figura 32. Muestreo de suelos para clasificación y CBR de la calicata N° 03	150

Figura 33. Registro de coordenadas de la calicata N° 04	150
Figura 34. Medición de la profundidad de la calicata N° 05	151
Figura 35. Registro de coordenadas de la calicata N° 06	151
Figura 36. Obtención de la tusa de maíz	153
Figura 37. Obtención de la ceniza de tusa de maíz.	153
Figura 38. Cuarteo de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 01	155
Figura 39. Pesado de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 02	155
Figura 40. Tamizado de la muestra de la calicata N° 03	156
Figura 41. Pesado de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 04	156
Figura 42. Tamizado de la muestra de la calicata N° 05	157
Figura 43. Cuarteo de la muestra para Análisis Granulométrico calicata N° 06.....	157
Figura 44. Cuarteo de la muestra de la calicata N° 01	159
Figura 45. Colocación en el horno de la muestra de la calicata N° 02.....	159
Figura 46. Cuarteo de la muestra en el horno de la calicata N° 03	160
Figura 47. Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 04	160
Figura 48. Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 05	161
Figura 49. Pesado de la muestra de la calicata N° 06.....	161
Figura 50. Ensayo de límite plástico de muestra de calicata N° 01	163
Figura 51. Ensayo de límite plástico de muestra de calicata N° 02	163
Figura 52. Ensayo de límite líquido de muestra de calicata N° 03.....	164
Figura 53. Ensayo de límite plástico de muestra de calicata N° 04	164
Figura 54. Ensayo de límite plástico de muestra de calicata N° 05	165
Figura 55. Tamizado por malla N° 40 para ensayo de límites calicata N° 06.....	165
Figura 56. Ensayo de Proctor de la muestra de calicata N° 03.....	167
Figura 57. Ensayo de CBR de la muestra de calicata N° 06	167
Figura 58. Pesado de la muestra para ensayo de Proctor de calicata N° 06	168
Figura 59. Ensayo de CBR de muestra de calicata N° 03	168
Figura 60. Tamizado con adición de 4%	170
Figura 61. Límite líquido con adición de 2%	170
Figura 62. Límite plástico con adición de 6%.....	171
Figura 63. Proctor con adición de 2%	171
Figura 64. Peso de muestra para ensayo CBR con adición de 2%	172
Figura 65. Ensayo de CBR con adición de 2%.....	172

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables	51
Anexo 2. Matriz de consistencia.....	53
Anexo 3. Validación de instrumentos	55
Anexo 4. Flujograma de procedimiento de recolección de datos.....	64
Anexo 5. Solicitud y autorización de ejecución de tesis	66
Anexo 6. Ubicación de calicatas en la carretera el Salado - Angamos	68
Anexo 7. Certificados de las propiedades físicas y mecánicas del suelo sin adición.....	70
Anexo 8. Perfiles estratigráficos del suelo	83
Anexo 9. Certificados de las propiedades físicas y mecánicas del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz	90
Anexo 10. Registro de propiedad industrial de laboratorio.....	115
Anexo 11. Certificación iso de laboratorio.....	118
Anexo 12. Certificados de calibración de equipos utilizados para todos los ensayos.....	120
Anexo 13. Análisis de costos unitarios de la adición de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante	139
Anexo 14. Panel fotográfico de elaboración de calicatas y muestreo de suelos	148
Anexo 15. Obtención de la ceniza de tusa de maíz	152
Anexo 16. Panel fotográfico de ensayos de análisis granulométrico	154
Anexo 17. Panel fotográfico de ensayos de contenido de humedad	158
Anexo 18. Panel fotográfico de ensayos de límites de Atterberg.....	162
Anexo 19. Panel fotográfico de ensayos de proctor y CBR sin adición.....	166
Anexo 20. Panel fotográfico de ensayos de propiedades físicas y mecánicas con adición de ceniza de tusa de maíz para la muestra de calicata N° 3	169

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera El Salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, la problemática abordada fue las malas condiciones de esta carretera, tiene un enfoque cuantitativo y diseño experimental, la muestra fue de seis calicatas. Como resultados se obtuvo que de acuerdo a las propiedades del suelo a nivel de subrasante, este clasifica según SUCS para la primera, tercera, cuarta y quinta calicata como CL, la segunda como SC y la sexta como ML; de acuerdo con AASHTO la primera calicata clasifica como A-7-6 (15), la segunda como A-6 (3), la tercera como A-7-6 (12), la cuarta como A-6 (10), la quinta como A-6 (8) y la sexta como A-7-6 (13); la adición influye de manera positiva, de un suelo de alta plasticidad con un IP de 21.62 se pasa a uno de media plasticidad con un IP de 11.52 con la adición del 6%; de una subrasante inadecuada con un CBR de 2.23% se mejora a una regular con un CBR de 6.38% con la adición del 6%. Se concluye que las propiedades del suelo se mejoran adicionando ceniza de tusa de maíz.

Palabras clave: Suelo, subrasante, ceniza de tusa de maíz

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the properties of the subgrade soil by adding corn cob ash on the El Salado – Angamos highway, Jamalca, Amazonas, the problem addressed was the poor conditions of this highway, it has a quantitative approach and experimental design. The sample was six pits. As results, it was obtained that according to the properties of the soil at the subgrade level, it is classified according to SUCS for the first, third, fourth and fifth pits as CL, the second as SC and the sixth as ML; According to AASHTO, the first pit classifies as A-7-6 (15), the second as A-6 (3), the third as A-7-6 (12), the fourth as A-6 (10), the fifth as A-6 (8) and the sixth as A-7-6 (13); The addition has a positive influence, from a soil of high plasticity with an IP of 21.62 it goes to one of medium plasticity with an IP of 11.52 with the addition of 6%; from an inadequate subgrade with a CBR of 2.23% is improved to a fair one with a CBR of 6.38% with the addition of 6%. It is concluded that the properties of the soil are improved by adding corn cob ash.

Keywords: Soil, subgrade, corn cob ash

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática

A nivel internacional, en Malasia, el suelo de turba se considera el material base más indeseable para cualquier tipo de actividad de construcción, las malas propiedades de ingeniería asociadas con las turberas, es decir, el alto contenido de agua y la alta relación de vacíos, dan como resultado una baja resistencia al corte y un comportamiento compresible, lo que los hace incapaces de soportar cargas de infraestructura (Ahmad et al., 2021). En la India, los suelos de baja calidad usualmente presentan un comportamiento de construcción no apropiado, este tipo de suelos presentan por lo general baja capacidad de carga, alto nivel de expansión y alta susceptibilidad a la humedad, para lo que resulta costoso reemplazar por otro suelo de mejor calidad para mejorarlo (Andavan y Pagadala, 2020). En Bangladesh, la resistencia y durabilidad de cualquier infraestructura depende directamente de las características, principalmente de la resistencia del suelo subyacente, por ello, es muy importante confirmar que el suelo sobre el que se construye cualquier infraestructura sea seguro o lo suficientemente estable (Brahmachary et al., 2019).

A nivel nacional, En Lircay, Huancavelica, principalmente existen suelos de origen sedimentaria y depósitos de origen aluvial conformados de limos y arcillas, que tienen son de baja capacidad de soporte, este tipo de suelos que conforman una subrasante, generan consecuencias negativas en las estructuras de los pavimentos que se construyen (Galarza 2022). En Cusco, existe un bajo nivel de estudio que se realiza a los suelos debido que existen diferentes tipos, normalmente no tienen una adecuada resistencia a nivel de sub rasantes de carreteras, es por este motivo que se aplican diferentes metodologías para incrementar la resistencia, entre las se encuentra la adición de aditivos químicos u orgánicos (Arana y Paredes, 2022). En Puno, las causas climáticas particulares de la zona y los suelos que no presentan mejores características, esto es una problemática latente, que hace que exista la necesidad de investigar sobre propuestas de estabilizadores de suelo que permitan hacer que logre alta capacidad de carga (Chayña, 2022).

A nivel regional, en las zonas de expansión urbana de la ciudad de Chachapoyas, para la apertura de varias calles y dejadas a nivel de subrasante para el tránsito vehicular y peatonal, no se tiene en cuenta la baja capacidad de soporte que posee, a causa de esta problemática se pretende obtener un subproducto que contribuya con la mejora de dicha característica (Goñas y Saldaña, 2020). Entre los poblados de Cashac y Cuelcacha, distrito de Quinjalca, Chachapoyas, el suelo predominante es de tipo arcilloso y arenoso, de acuerdo

con el perfil técnico elaborado por entidad correspondiente, se realizó el estudio de mecánica de suelos de la vía a nivel de la subrasante la cual arrojó que es regular, con presencia de arcillas y a nivel general no cumple los parámetros establecidos para un proyecto de infraestructura vial debido a su poca capacidad de soporte y alta deformabilidad (Mas, 2021).

A nivel local, la carretera que conecta las comunidades de El Salao y Angamos, en el distrito de Bagua Grande provincia de Utcubamba en la región Amazonas, presenta muchas deficiencias a causa de que, en su mayoría son suelos de alta plasticidad como lo determinó Chávez (2022) en su investigación realizada en una carretera dentro de la provincia de Utcubamba, lográndose evidenciar con más notoriedad en temporadas de lluvias, esto sumado a que la carretera no se le ha brindado un mantenimiento a nivel de afirmado por más de 10 años según información recabada de los pobladores; genera como consecuencia que se torne intransitable y limite al transporte de productos cultivados hacia los mercados más cercanos. Ante ello se hace necesario la aplicación de procedimientos y metodologías que permitan conocer las características reales del suelo a nivel de subrasante.

1.2. Planteamiento del problema

¿En qué porcentaje se mejoran las propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera El Salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023?

1.3. Justificación

1.3.1. Científica

Científicamente esta investigación se justifica porque no existen estudios sobre la propuesta de mejoramiento del suelo de esta carretera, con materiales orgánicos y que se produzcan en parcelas agrícolas aledañas a esta vía, si bien es cierto existen estabilizadores de suelos conocidos y establecidos por las normas peruanas, como el cemento, pero con la adición de cenizas se busca determinar si esta actúa también como un estabilizante.

1.3.2. Económica

La justificación técnica radica en que el mejoramiento de suelos mayormente se realiza quitando el material inadecuado para reemplazarlo por otro de una cantera más cercana, o aplicar algún estabilizante químico, lo cual genera un alto costo para su desarrollo, con la adición de la ceniza de tusa de maíz se pretende establecer si este actúa como un estabilizador y de esta forma reducir este costo para el mejoramiento de suelos realizado convencionalmente.

1.3.3. Social

Socialmente la justificación radica en que, con la ejecución del mejoramiento del suelo de esta carretera con la adición de ceniza de tusa de maíz, se puede mejorar el estado de transitabilidad de esta carretera por muchos años abandonada, de esta forma aparte de contribuir con dinamizar el comercio y mejorar la economía también se puede mejorar a nivel social, porque una vía en buen estado no sólo permite para el transporte de productos sino para muchas actividades más en general.

1.3.4. Ambiental

Ambientalmente la justificación radica en que determinando si la incorporación de la ceniza de tusa de maíz mejora las características del suelo a nivel de subrasante, se podrá utilizar este producto y se podrá reducir en parte la sobre explotación de canteras para la extracción de material con mejores propiedades y también reducir en parte la contaminación ambiental generada por el proceso de fabricación de cemento, en caso la estabilización sea con este material.

1.4. Antecedentes

1.4.1. Internacionales

Lisbet et al., (2021) en su artículo científico realizado en Colombia, plantearon como objetivo determinar la proporción para la estabilización de suelos cohesivos adicionando eco estabilizante con CCC, en la vía Guineas - Mañumal, según la metodología fue aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvieron que el suelo presenta un CBR al 95% de 4.7%, las cenizas estudiadas presentan partículas gruesas, la resistencia del suelo con la adición de estas cenizas logra mejoras en el suelo, alcanzando con la proporción del 15% con la que se logra mejores resultados en todas las muestras de suelo de las calicatas, ya que con las demás dosificaciones no se logra mejorar la resistencia en todas las muestras. Concluyendo que la dosificación óptima es adicionando 15% de estas cenizas, por lo que se recomienda su uso para estabilizar suelos, pero sólo hasta este porcentaje.

Blacio (2022) en su tesis desarrollada en Guayaquil, planteó como objetivo estabilizar suelos arcillosos utilizando viruta de madera, caucho reciclado y ceniza volcánica, tuvo un diseño experimental. Como resultados obtuvo que, de acuerdo a la clasificación SUCS el suelo es una arcilla limosa negra de nomenclatura CH (A-7-5), IP de 55%, material que pasa por tamiz 200 de 95%, MDS de 1.635 Kg/m³, expansión del 11%, muy alta, con respecto al parámetro establecido que indica que debe ser menos de 4%, LL menor a 35% e IP menor al 9%. Concluyendo que si es posible reutilizar estos materiales que afecta al medio

ambiente, los cuales logran mejoras en las propiedades del suelo, por lo que recomendó utilizar proporciones mayores de estos materiales con la finalidad de determinar si a medida que se incrementa esta adición se sigue mejorando el suelo.

Ortegon et al, (2019) en su tesis desarrollada en Colombia, plantearon como objetivo evaluar el comportamiento de los suelos de origen volcánico adicionando ceniza de cáscara de coco y cisco de café, fue de tipo básica y diseño experimental. Como resultados obtuvieron un LL 87.81, LP 52.22 e IP 35.58, clasificando como un suelo limoso de alta plasticidad. Concluyeron que estos materiales adicionados funcionan como material conglomerante que mejora las propiedades de un suelo, siendo al 15% con las que se alcanzan valores de compactación promedio cercanos y superiores al 100%, por lo que recomendaron usar adición de otro tipo de materiales que puedan volverse ceniza sometido a altas temperaturas y no por incineración ya que la contaminación que produce la quema directa de las cenizas utilizadas es muy alta.

Bonilla et al, (2020) en su tesis desarrollada Ibagué - Colombia, plantearon como objetivo evaluar las características mecánicas de la mezcla del material granular tipo afirmado incorporando cemento y CBCA, fue de tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvieron del análisis granulométrico un 40.6% de grava, 47.7% de arena y 11.7% de finos, LL de 30.9, LP de 23.8 e IP de 7.07, el CBR sin adición, de 25.23%, con 2.25% de cemento y 0.75% de CBCA un OCH de 7.40%, un MDS de 2.051 y un CBR de 55.20%. Concluyeron que la adición del 10% se logra mejores porque influye positivamente y mejora las características la subrasante de la carretera, por lo que recomendaron analizar con las adiciones en proporción mayor a la de estudio con los que se puedan determinar los límites de material fino según gradación para subrasantes.

Hernández y Herrera (2019) en su tesis desarrollada en Bogotá, plantearon como objetivo estudiar la relación entre la capacidad de soporte y resistencia a compresión de un suelo arcilloo-limoso adicionando CCC, fue de tipo cuantitativa y diseño experimental. Como resultados obtuvieron para la muestra natural un 20% de IP y al adicionar los materiales en combinación de 4, 6 y 8% se redujo el IP, pero, los mejores resultados se alcanzaron con la incorporación de 4%, reduciendo el IP a un 17%. Concluyeron que incorporando 4, 6 y 8% se reduce de 20% a 17% el IP, por lo que recomendaron tomar adiciones mayores al 8%, porque a este porcentaje el suelo presentó un incremento en la relación al soporte y la resistencia a la compresión con la adición de estos materiales, sin encontrarse un porcentaje óptimo.

1.4.2. Nacionales

Pezo (2023) en su tesis realizada en Loreto, planteó como objetivo estabilizar subrasantes blandas con adición de cenizas de tusa del maíz, fue de tipo aplicada y diseño experimental. Obtuvo como resultados que, con la adición de este material se consigue incrementar la densidad máxima de la subrasante, en la cual se adicionó el 15% de ceniza, proporcionando humedad dosificada, la ceniza influye en la disminución de los suelos arcillosos. Concluyó que las cenizas de este producto utilizado cumplen con las características establecidas para el mejoramiento de suelos blandas, recomendó verificar si el material analizado posee similares características dentro de otras zonas cercanas a la zona de estudio, con la finalidad de optimizar el uso de recursos no tradicionales y propios de las zonas donde se quiera estabilizar y sobre todo el tiempo en la estabilización de subrasantes.

Baez (2022) en su tesis realizada en Cusco, planteó como objetivo evaluar el mejoramiento de las propiedades de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, fue aplicada y diseño cuasi experimental. Como resultados se obtuvieron valores similares en cuanto a las características de suelos de las calicatas, principalmente en el CBR, los valores de esta propiedad cercanos y mayores a 6%, clasificando como una subrasante regular, fue en el suelo de las calicatas 1 y 2, en las que se alcanzó valores de CBR de 9.03% y 9% respectivamente. Concluyó que la adición de 2%, 5%, 10% y 15% de este tipo de cenizas se mejoran las propiedades de la subrasante de la vía, al generar una reducción del valor de IP con todos los porcentajes de adición, por lo que recomendó adicionar proporciones mayores para llegar a los límites de agregados finos, según gradación para subrasantes.

Montalico (2022) en su tesis realizada en Puno, planteó como objetivo estabilizar los suelos de la subrasante adicionando cenizas de tusa de maíz en la carretera Conduriri – Mazocruz, fue aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvo un IP de 11.24%, sin adición, al adicionar 6, 7, 8 y 9% de este material esta propiedad se incrementó a 9.78, 8.95, 7.84 y 8.14% y disminuyó en 12.99, 20.37, 30.25 y 27.58%, respectivamente. Concluyó que el terreno es de tipo areno arcilloso y de plasticidad media (SC), porque el IP varía entre 7% y 20%, según SUCS, el suelo granular de subrasante es adecuada, según AASHTO, por lo que recomendó realizar investigaciones adicionando fibras o cenizas oriundas para determinar valores óptimos y plantear alternativas de solución accesibles con respecto a los materiales que actualmente comercializan para la estabilidad del suelo, que afectan el ambiente.

Hurtado (2020) en su tesis desarrollada en Ancash, planteó como objetivo evaluar la utilización de cenizas de rastrojo de maíz en las características de suelos arcillosos en la vía Pasacancha – Andaymayo, fue aplicada y diseño cuasi experimental. Como resultados obtuvo que al adicionar 21% de este tipo de cenizas, se reduce el IP de 16.11% a 9.70%, aumentó MDS de 1.656g/cm³ a 1.851g/cm³ con 6.382% a 9.442% de OCH para alcanzar su mejor porcentaje de compactación y se aumentó el CBR de 4.810% a 14.704%. Concluyó que la estabilización de la subrasante con la adición de este tipo de materiales orgánicos, mejora las características de la subrasante determinado en la carretera estudiada, por lo que se recomienda utilizar este tipo de ceniza, pero sólo hasta un 21% que es el óptimo determinado.

Julca (2020) en su tesis realizada en Ancash, planteó como objetivo analizar los suelos arcillosos de un camino vecinal con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, fue de tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvo que al agregar estas cenizas y carbón molido al 8%, se reduce su IP en 5%, se alcanza una mayor densidad con incremento en promedio de 1% de mayor CH y un CBR de 59.2% al 100%, Concluyó que con este porcentaje de adición de estos materiales alternativos y ecológicos se logra mejorar las propiedades mecánicas del suelo a nivel de subrasante, por lo que recomendó que de aplicar este estabilizante, previo al inicio de las actividades, se tenga como antecedente o información de todos los ensayos realizados, para dar consistencia al suelo donde se aplicará.

1.4.3. Regionales

Donaires y Santillan (2023) en su tesis realizada en Chachapoyas, planteó como objetivo analizar el comportamiento de la subrasante con la madera shungo para el tramo Chachapoyas – Tingo, fue de tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvieron una MDS de 1.453 g/cm³, al incorporar 3, 4 y 5% aumentando en 1.75, 1.677, 1.720 y 1.721g/cm³ respectivamente, el CBR del suelo sin ningún porcentaje de adición no alcanza un óptimo logrando un CBR de 4.58%, lo cual lo clasifica como subrasante pobre, con las adiciones se logra un CBR promedio de 18.84, 29.28 y 37.06%, lo cual la mejora y clasifica como una subrasante buena, muy buena y excelente respectivamente. Concluyeron que al adicionar 5% de estos materiales se logra mejorar las propiedades de suelos específicamente el CBR, por lo que recomendaron su uso para estabilizar este tipo de suelos, pero sólo hasta el 5% de adición.

Chuquizuta y Vasquez (2022) en su tesis realizada en Chachapoyas, planteó como objetivo evaluar la estabilización de subrasante incorporando CCA, en la calle Ortiz Arrieta, fue de tipo aplica y diseño experimental. Como resultados obtuvieron que con 3, 6 y 9% de adición de este tipo de ceniza, se mejoran las propiedades mecánicas del suelo debido a que su IP disminuye, aumenta su OCH, obteniendo una disminución en su MDS, en el CBR se lograron mejores resultados, logrando alcanzar un aumento promedio de 14.56%, con respecto al suelo natural al adicionar 9% de ceniza. Concluyeron que el 9% de adición es el más apropiado debido a que con este se logra mejoras en casi todas las características del suelo, por lo que recomendaron tener en cuenta a este tipo de cenizas como un estabilizador de suelo debido al bajo costo que tiene y debido, pero en suelos altamente arcillosos.

Mendoza (2021) en su tesis desarrollada en Bagua Grande, plateo como objetivo mejorar las propiedades físicas para estabilizar la subrasante, con CCA y madera en la vía Pueblo Libre - La Libertad, fue de tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvo que, en la primera calicata se alcanzó el CBR mayor con un promedio de 7.95% con adición del 15%, la humedad es óptima en ambas muestras con adición del 10%, con adición del 15% es la que mejor valor tiene hasta un CBR de 11.88%, la densidad seca en la primera calicata es de 1.934 g/cm³ al incorporar el 15% de estas cenizas. Concluyó que para suelos con plasticidad media las cenizas si producen mejoras en el suelo natural, por lo que recomendó realizar investigaciones incorporando 15% y 20% de ceniza para determinar un valor máximo de optimización.

Goicochea (2019) en su tesis realizada en Chachapoyas, planteó como objetivo evaluar el mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de subrasante adicionando enzimas orgánicas, fue de diseño experimental. Como resultados obtuvo que las cantidades incorporadas a este tipo de suelos de la subrasante en porcentajes de 0.001, 0.09, y 0.08% no logran cumplir con los parámetros establecidos por la normativa, permite una mejora en sus características físicas y mecánicas, considerando que el suelo es malo. Concluyó que la incorporación de este tipo de materiales como agente estabilizante de este tipo de suelos a nivel de subrasante, con los porcentajes de adición indicados permite mejorar mínimamente las propiedades del suelo, por lo que recomendó que, al momento de adicionar este tipo de cenizas, la muestra de suelo debe estar completamente seca, para que de esta forma no se alteran los resultados.

Goñas (2019) en su tesis realizada en Chachapoyas, planteó como objetivo evaluar la estabilización de suelos con cenizas de carbón a nivel de subrasante, fue de diseño experimental. Como resultados se obtuvo que se logra incrementar el CBR en 0.80 al incorporarle el 20% y el 25% de este material lo cual representa el 38.09% y 66.67% de aumento respecto al CBR del suelo sin ningún tipo de adición. Concluyó que este tipo de cenizas mejoran las características de este tipo de suelos, pero no superan los parámetros para ser consideradas como apropiados como apto para subrasante, porque se alcanzaron valores de CBR de 3.5% y 3.7%, los cuales no alcanzaron el parámetro mínimo de 6%, por lo que recomendó realizar en futuras investigaciones incorporando porcentajes mayores al 25% en suelos de este tipo para determinar el mejoramiento sobre la capacidad de soporte que se pueden ser alcanzadas con este tipo de material.

1.4.4. Locales

Chavez (2022) en su tesis realizada en Bagua Grande, planteó como objetivo establecer la influencia de CCA para mejoramiento de subrasante en la vía Vista Hermosa – Alto Perú, fue de tipo aplicada y diseño experimental pura. Como resultados obtuvo que el suelo más desfavorable de determinó en la cuarta y séptima calicata, en las que se alcanzaron valores altos de límites de Atterberg IP de 23 y 22%, CH de 31.43 y 36.40% y CBR de 1.05 y 0.90%, con el 5% de estas cenizas se logró reducir el IP de 23 a 14, en la cuarta calicata, de 22 a 14 en la séptima calicata y el CBR aumenta de 1.05% a 8.25% y de 0.90% a 8.60%. Concluyó que el suelo de la subrasante presenta características inadecuadas, principalmente su CBR, por lo que recomendó realizar estudios complementarios o especiales, porque en algunas partes de esta vía se observó que existen deslizamientos de los que se puede determinar las causas que lo originan mediante ensayos especiales.

Olano (2021) en su tesis realizada en Bagua Grande, planteó como objetivo evaluar la estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación de CCC en la carretera Guineas a Mañumal, según su metodología de estudio fue de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. Como resultados obtuvo diferentes tipos de suelos como son arcillas, arenas limosas y arcillosas, teniendo como máximo valor de LL 73.8%, LP 33.4% e IP 40.4% y un contenido de humedad de 35.80%. Concluyó que las muestras son inestables por los cambios volumétricos ocasionados por el agua y este corresponde a un suelo de grano fino, como son: CL, SC, SM y CH, por lo que recomendó que, al momento de realizar la extracción de muestras, se debe contar con todos los materiales necesarios para no alterar la muestra, hasta realizar los EMS.

Cruz (2021) en su tesis realizada en Luya, planteó como objetivo diseñar la subrasante blanda modificada con cenizas de Huarango en la carretera Collance – Providencia, fue de tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvo que el CBR de las calicatas 1 y 2 pudo ser mejorado alcanzando valores promedio de 10.1%, 9.7% respectivamente, el porcentaje de expansión se reduce en 1.11%, 1.11%, permitiendo mejorar de una subrasante inadecuada a un regular y buena. Concluyó que existe una variación significativa en la capacidad portante del suelo, por lo que recomendó aplicar este tipo de materia en 10% y 15% para lograr las mejoras de los valores de resistencia de las subrasantes blandas, porque es con estos porcentajes que se logra mejores porcentajes de CBR frente a los resultados de la proporción de 5%.

Bardales (2020) en su tesis desarrollada en Luya, planteó como objetivo determinar cómo influye las cenizas volantes y cal en el mejoramiento de la subrasante en la carretera Caclic-Luya, fue de tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvo que, al incorporar estos materiales de manera individual, con el 2% de cal aumentó el CBR de 9.9% a 12.8%, con 5% de cal aumentó a 15.6 % y con el 8% de cal aumento a 12.7%; con el 2% de cenizas volantes se incrementó a 14.9%, con 5% de ceniza volante aumento a 25.7% y con 8% a 30%. Concluyó que a partir de incorporarle más de un 5% de cal el CBR empieza a disminuir y que con la ceniza volante el CBR aumenta en una escala mayor, por lo que recomendó utilizar las cenizas volantes para poder reducir la plasticidad ya que según los ensayos realizados se tiene buenas reacciones de porcentaje en el suelo patrón.

Díaz (2018) en su tesis desarrollada en Lonya Grande, planteó como objetivo realizar el análisis de la CCA en el aporte para el mejoramiento de la subrasante en la vía San Martín – Lonya Grande, fue de tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados se obtuvieron para las calicatas 01 y 02 el LL fue 54.40, 50.80%, LP 28.10, 28.40% e IP 26.30, 22.30%, para el Proctor modificado se obtuvo OCH igual a 11.2, 11.0% y MDS de 1.85, 1.83%, para el CBR al 95, 100% se obtuvo 8.0, 8.2% y 9.7,9.8% respectivamente. Concluyó que el CBR se incrementa para la combinación de suelo arcilloso y este tipo de cenizas, que permite obtener valores más altos de capacidad de soporte de resistencia, por lo que recomendó continuar con las investigaciones con diferentes suelos ya que se demostró que este tipo de material aplicado actúa regularmente como estabilizador de suelos.

1.5. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar las propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera El Salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Identificar las principales propiedades físicas y mecánicas del suelo a nivel de subrasante de la carretera El Salado – Angamos.
- b) Determinar la influencia sobre las propiedades del suelo de subrasante con la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.
- c) Identificar la influencia sobre la capacidad de soporte CBR del suelo de subrasante con la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.
- d) Establecer el costo de la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante de la carretera El Salado – Angamos.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo

Según su finalidad es básica, porque para determinar en qué porcentaje se mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de ceniza de tusa de maíz, sólo se realizó mediante ensayos bajo condiciones de laboratorio, mas no se aplicará en ningún tramo o parte de la carretera de donde se extraigan las muestras para su respectivo estudio.

2.1.2. Diseño

Experimental, porque se manipuló las variables de estudio, al suelo que se extrajo de las calicatas que se elaboraron cada kilómetro se adicionaron porcentajes de ceniza de tusa de maíz y se determinó en qué porcentajes se mejoran sus propiedades físicas y mecánicas.

2.1.3. Enfoque

Cuantitativo, porque los resultados de cada uno de los objetivos específicos planteados están expresados en valores numéricos y valores porcentuales que indican cada característica del suelo y el porcentaje de variación con respecto a los diferentes porcentajes de adición de ceniza de tusa de maíz.

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

La población estuvo conformada por el suelo de los 6km de carretera que une los poblados de El Salado con Angamos.

2.2.2. Muestra

El suelo de seis calicatas, las cuales fueron elaboradas cada kilómetro y con una profundidad de 1.50m, de acuerdo a lo establecido por el Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos de MTC. Se adicionó ceniza de tusa de maíz al 2%, 4% y 6% con respecto al peso de la muestra de suelo.

2.2.3. Muestreo

Se aplicó un muestreo no probabilístico, porque no es posible determinar las propiedades del suelo a lo largo de toda la carretera, para ello se aplicarán los criterios establecidos por el manual indicado del MTC, lo cual indica que se debe elaborar una calicata cada km de acuerdo al tipo de carretera elegida para esta investigación, con esta muestra se realizarán los ensayos para determinar las características del suelo y se realizará un ensayo de CBR cada 3km según lo establecido en esta misma norma.

2.3. Hipótesis

La ceniza de tusa de maíz mejora en un 10% las propiedades del suelo de subrasante en la carretera El Salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023.

2.4. Variables

2.4.1. Variable dependiente

Propiedades del suelo

2.4.2. Variable independiente

Ceniza de tusa de maíz

2.5. Materiales

Los materiales que se utilizaron para el desarrollo de la presente investigación, fueron los que ya están establecidos por las normas correspondientes para cada ensayo, las cuales se describen a continuación:

MTC E 101. Muestreo de suelos

MTC E 103. Reducción de muestras

MTC E 107. Análisis granulométrico

MTC E 108. Contenido de humedad

MTC E 110. Límite líquido

MTC E 111. Límite plástico e índice de plasticidad

MTC E 132. CBR

2.6. Métodos

Se aplicó el método deductivo, porque en función a los resultados que se han obtenido en laboratorio de cada uno de los objetivos específicos se ha podido deducir que la adición de la ceniza de tusa de maíz mejora el suelo a nivel de subrasante.

2.7. Técnicas

La observación. Mediante esta técnica se pudo registrar de manera ordenada los datos que se recolectaron tanto en campo como en laboratorio, los cuales permitieron determinar las principales propiedades físicas y mecánicas del suelo con y sin la adición de los diferentes porcentajes de ceniza de tusa de maíz planeados.

2.8. Instrumentos

Guías de observación. Las guías de observación fueron los formatos con los que cuenta el laboratorio particular de la ciudad de Jaén, los cuales ya se encuentran registrados debidamente ante INDECOPI.

2.9. Procedimiento de recolección de datos

2.9.1. Etapa 1: Elaboración de calicatas y muestreo de suelos

Se elaboraron seis calicatas a lo largo de los 6km de la carretera El Salao – Angamos, una por cada kilómetro.

Figura 1

Medición de profundidad de calicata N° 2



Nota: En la figura 1, se muestra el proceso de excavación de la segunda calicata, la sección de cada una de las calicatas fue de 0.80m de largo y ancho a 1.50m de profundidad.

2.9.2. Etapa 2: Estudio de propiedades del suelo natural

Se realizaron los siguientes ensayos: Contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de Atterberg, Proctor y CBR, de acuerdo a cada norma indicada en el ítem 2.5.

Figura 2

Tamizado de la muestra de suelo de la calicata N° 1



Nota: En la figura 2, se muestra el proceso de tamizado del suelo como parte del ensayo de análisis granulométrico, correspondiente a la muestra obtenida de la primera calicata.

Figura 3

Colocación en el horno de las muestras de la calicata N° 2



Nota: En la figura 3, se muestra el proceso de colocación en el horno de las muestras de suelo obtenidas de la segunda calicata, para ello se realizó en primer lugar el cuarteo de la muestra, este procedimiento se realizó para las seis calicatas.

2.9.3. Etapa 3: Estudio de suelos con adición de ceniza

Se obtuvo la ceniza de tusa de maíz de una parcela agrícola ubicada cerca de la zona de estudio, se adicionó 2%, 4%, y 6% de estas cenizas a la muestra de suelo de la tercera y sexta calicata según lo establecido por las normas del MTC.

Figura 4

Obtención de ceniza de tusa de maíz en parcelas agrícolas



Nota: En la figura 4, se muestra el proceso de obtención de las cenizas de tusa de maíz, fue obtenido de una parcela agrícola ubicada cerca de la carretera en estudio, es en el mismo terreno que los agricultores queman las tusas para realizar una nueva siembra.

Figura 5

Ensayo de límite líquido del suelo con el 2% de adición



Nota: En la figura 5, se muestra el proceso de realización del ensayo de límite líquido empleando el equipo de “Casa Grande”, con la muestra de suelo a la que se le adicionó el 2% de ceniza.

Figura 6

Ensayo de límite plástico del suelo con adición del 6%



Nota: En la figura 6, se muestra el proceso de realización del ensayo de límite plástico con la muestra de suelo a la que se le adicionó el 6% de ceniza.

Figura 7

Ensayo de Proctor del suelo con adición del 2%



Nota: En la figura 8, se muestra el proceso de compactación del suelo en el molde, como parte del ensayo de Proctor modificado, el ensayo mostrado corresponde al suelo con la adición de 2% de ceniza.

Figura 8

Ensayo de CBR del suelo con el 2% de adición



Nota: En la figura 8, se muestra la aplicación de la carga al testigo de suelo elaborado con el 2% de adición de ceniza de tus de maíz.

III. RESULTADOS

3.1. Identificación de las principales propiedades físicas y mecánicas del suelo a nivel de subrasante

Tabla 1

Coordenadas topográficas de la ubicación de las calicatas

N° Calicata	Coordenadas	
	Este	Norte
C-1	805288	9353718
C-2	804965	9353484
C-3	804815	9353223
C-4	804992	9353059
C-5	804886	9352889
C-6	804625	9352383

Nota: En la tabla 1, se presentan las coordenadas topográficas de la ubicación de las seis calicatas elaboradas a lo largo de los 6.0km de la carretera El Salado – Angamos, pertenecientes al centro poblado Puerto Naranjitos, distrito Bagua Grande, provincia Utcubamba, región Amazonas.

Tabla 2

Propiedades físicas del suelo sin adición

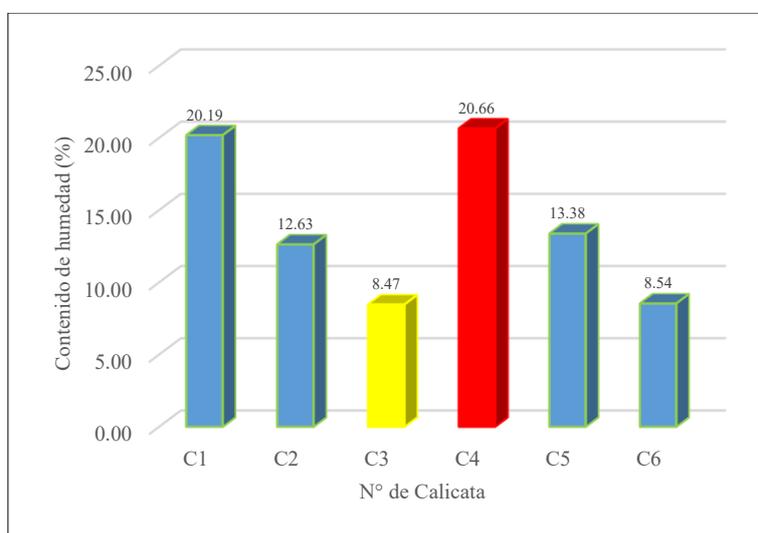
N° Calicata	Contenido de humedad (%)	Análisis granulométrico			Límites de Atterberg		
		% Grava	% Arena	% Finos	L. L.	L. P.	I. P.
C1	20.19	2.90	21.80	75.30	44.41	19.61	24.80
C2	12.63	31.00	31.20	37.80	34.91	14.19	20.72
C3	8.47	0.70	28.80	70.50	43.07	21.45	21.62
C4	20.66	1.80	35.50	62.70	35.35	14.20	21.15
C5	13.38	7.40	31.30	61.30	36.40	19.02	17.38
C6	8.54	2.60	20.70	76.70	44.50	28.84	15.66

Nota: En la tabla 2, se presentan los resultados de las propiedades físicas del suelo sin ninguna adición de ceniza de tusa de maíz, se presenta el número de calicata, los resultados de la humedad, el porcentaje de grava, arena y finos como parte del análisis granulométrico y los límites de Atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), ensayo de la muestra de suelo de cada una de las calicatas.

Tabla 3*Clasificación del suelo sin adición*

N° de calicata	SUCCS	AASHTO
C-1	CL	A-7-6 (15)
C-2	SC	A-6 (3)
C-3	CL	A-7-6 (12)
C-4	CL	A-6 (10)
C-5	CL	A-6 (8)
C-6	ML	A-7-6 (13)

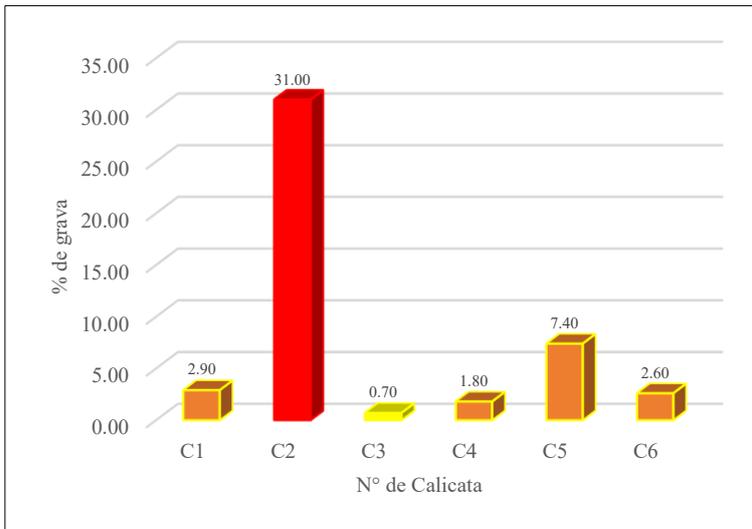
Nota: En la tabla 3, se presenta la clasificación del suelo sin la adición de ceniza de tusa de maíz de acuerdo a sus características físicas, según SUCCS la primera, tercera, cuarta y quinta calicata clasifican como CL la segunda como SC y la sexta como ML; de acuerdo con AASHTO la primera calicata clasifica como A-7-6 (15), la segunda como A-6 (3), la tercera como A-7-6 (12), la cuarta como A-6 (10), la quinta como A-6 (8) y la sexta como A-7-6 (13). De manera general se puede determinar que el suelo que predomina en la carretera El Salado – Angamos tiene presencia de arcillas.

Figura 9*Contenido de humedad del suelo sin adición*

Nota: En la figura 9, las barras representan el valor del contenido de humedad del suelo de las seis calicatas, los principales resultados muestran que, en la cuarta calicata se obtuvo el más alto contenido de humedad con un valor de 20.66% y en la tercera el más bajo con 8.47%.

Figura 10

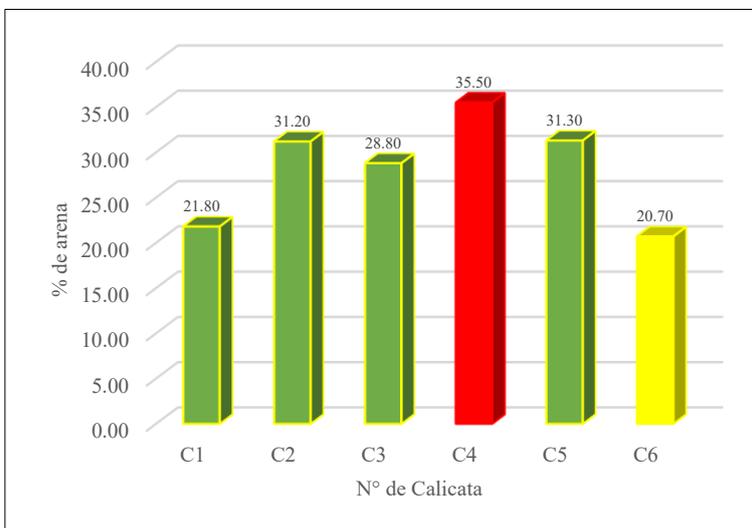
Porcentaje de grava del suelo sin adición



Nota: En la figura 10, las barras representan el valor del porcentaje de grava del suelo de las seis calicatas elaboradas, los principales resultados muestran que, en la segunda calicata se alcanzó el más alto contenido de grava con un valor de 31.00% y en la tercera el más bajo contenido de grava con 0.70%.

Figura 11

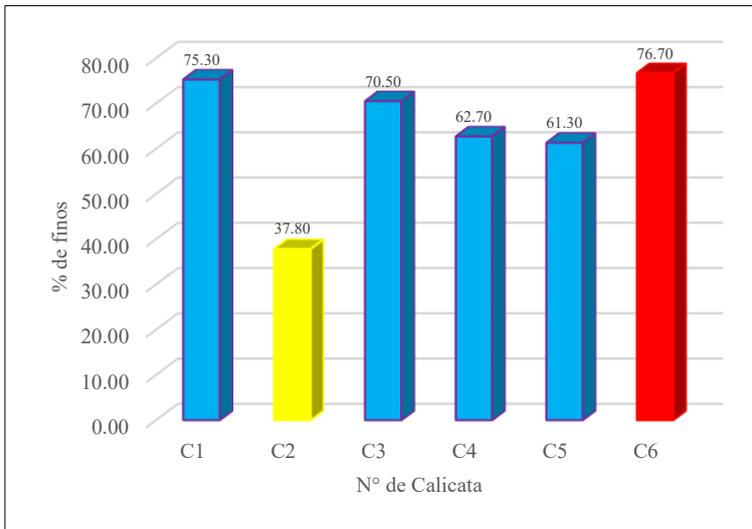
Porcentaje de arena del suelo sin adición



Nota: En la figura 11, las barras representan el valor del porcentaje de arena del suelo de las seis calicatas elaboradas, los principales resultados muestran que, en la cuarta calicata se obtuvo el más alto contenido de arena con un valor de 35.50% y en la sexta el más bajo con un valor de 20.70%.

Figura 12

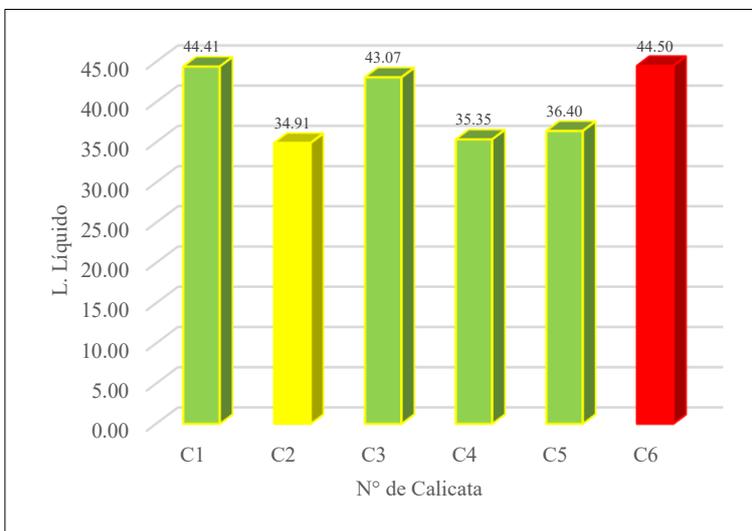
Porcentaje de finos del suelo sin adición



Nota: En la figura 12, las barras representan el valor del porcentaje de finos del suelo de las seis calicatas elaboradas, los principales resultados muestran que, en la sexta calicata se obtuvo el más alto contenido de finos con un valor de 76.70% y en la tercera el más bajo con un valor de 37.80%.

Figura 13

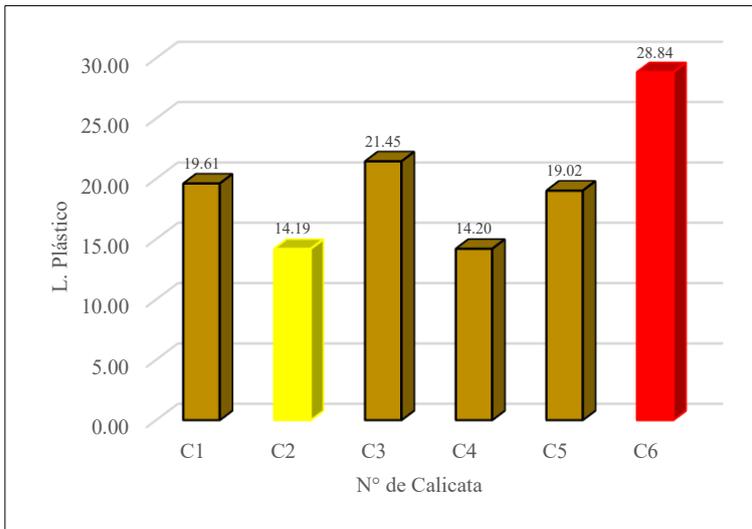
Límite líquido del suelo sin adición



Nota: En la figura 13, las barras representan el valor del límite líquido del suelo de las seis calicatas elaboradas, los principales resultados muestran que, en la sexta calicata se obtuvo el más alto límite líquido con un valor de 44.50 y en la tercera el más bajo con un valor de 34.91.

Figura 14

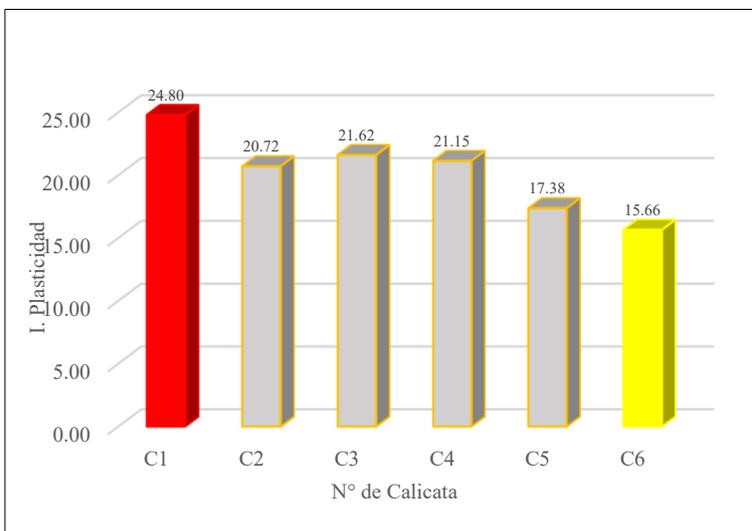
Límite plástico del suelo sin adición



Nota: En la figura 14, las barras representan el valor del límite plástico del suelo de las seis calicatas elaboradas, los principales resultados muestran que, en la sexta calicata se obtuvo el más alto límite plástico con un valor de 28.84 y en la segunda el más bajo con un valor de 14.19.

Figura 15

Índice de plasticidad del suelo sin adición



Nota: En la figura 15, las barras representan el valor del índice de plasticidad del suelo de las seis calicatas elaboradas, los principales resultados muestran que, en la primera calicata se obtuvo el más alto índice de plasticidad con un valor de 24.80 y en la sexta el más bajo con un valor de 15.66. De acuerdo al MTC, el suelo clasifica como suelo de alta plasticidad muy arcilloso porque su plasticidad es mayor a 20 en cuatro de las seis calicatas.

3.2. Determinación de la influencia sobre las propiedades del suelo de subrasante con la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz

Tabla 4

Propiedades del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz

Nº de repetición	% de adición de ceniza	Humedad (%)	Análisis granulométrico			Límites de Atterberg			Clasificación	
			% Grava	% Arena	% Finos	L. L.	L. P.	I. P.	SUCCS	AASHTO
R1	0%	8.47	0.70	28.80	70.50	43.07	21.45	21.62	CL	A-7-6 (12)
	2%	12.86	0.40	23.60	76.00	45.26	28.10	17.16	CL	A-7-6 (16)
	4%	16.72	0.40	32.60	67.00	46.13	31.99	14.14	CL	A-7-6 (13)
	6%	16.97	1.40	25.60	73.00	46.20	34.36	11.84	CL	A-7-6 (14)
R2	0%	8.47	0.70	28.80	70.50	43.07	21.45	21.62	CL	A-7-6 (12)
	2%	13.20	0.50	24.20	75.30	45.70	29.12	16.58	CL	A-7-6 (16)
	4%	16.80	0.50	33.20	66.30	46.10	32.20	13.90	CL	A-7-6 (13)
	6%	17.00	1.50	26.10	72.40	46.50	35.30	11.20	CL	A-7-6 (14)
Promedio	0%	8.47	0.70	28.80	70.50	43.07	21.45	21.62	CL	A-7-6 (12)
	2%	13.03	0.45	23.90	75.65	45.48	28.61	16.87	CL	A-7-6 (16)
	4%	16.76	0.45	32.90	66.65	46.12	32.10	14.02	CL	A-7-6 (13)
	6%	16.99	1.45	25.85	72.70	46.35	34.83	11.52	CL	A-7-6 (14)

Nota: En la tabla 4, se presentan los resultados de las propiedades del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz, la muestra de suelo seleccionada para la adición del 2%, 4% y 6% de estas cenizas, fue la de la calicata N° 3, debido a que de esta muestra se obtuvo un índice de plasticidad, con un valor de 21.62.

Tabla 5

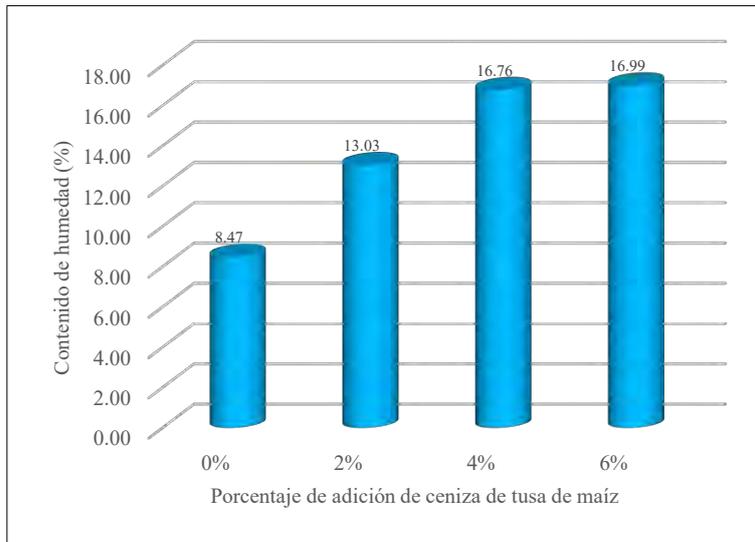
Clasificación del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz

Porcentaje de adición	SUCCS	AASHTO
0%	CL	A-7-6 (12)
2%	CL	A-7-6 (16)
4%	CL	A-7-6 (13)
6%	CL	A-7-6 (14)

Nota: En la tabla 5, se presenta la clasificación del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz, como principal resultado de la adición de estas cenizas sobre las propiedades del suelo se obtuvo que el suelo que clasificaba como uno de alta plasticidad muy arcilloso, con la adición de estas cenizas pasa a ser de media plasticidad y arcilloso.

Figura 16

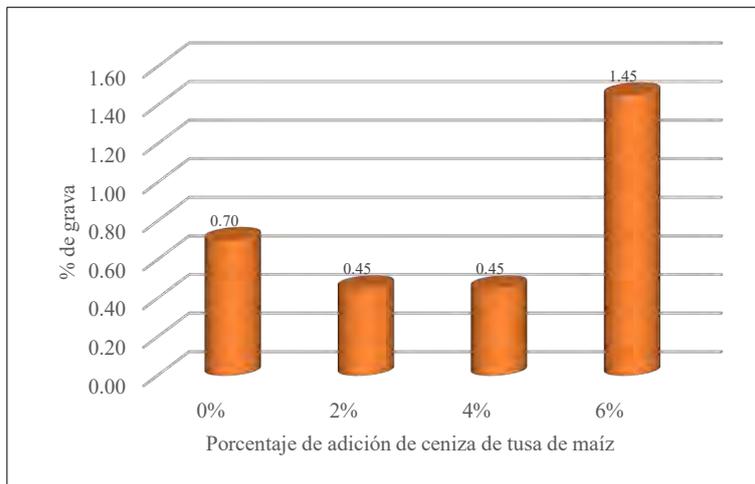
Contenido de humedad del suelo con adición



Nota: En la figura 16, las barras representan el valor del contenido de humedad promedio del suelo con las diferentes adiciones de ceniza, la de color rojo representa la humedad del suelo sin adición, los resultados indican que a medida que se incrementa la adición de ceniza, el contenido de humedad se incrementa, siendo los contenidos de humedad de 13.03%, 16.76% y 16.99% para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente.

Figura 17

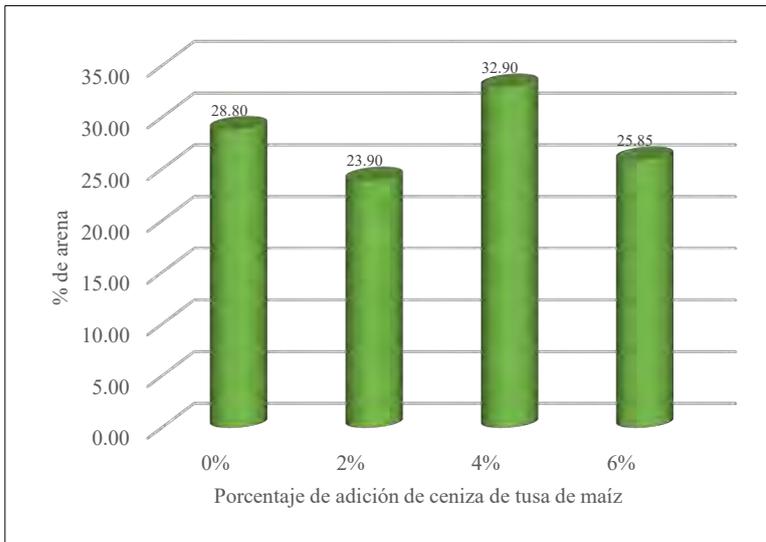
Porcentaje de grava del suelo con adición



Nota: En la figura 17, las barras representan el valor del porcentaje de grava promedio del suelo con las diferentes adiciones de ceniza, la de color rojo representa la cantidad de grava del suelo sin adición, los resultados no indican un comportamiento secuencial, siendo los resultados de 0.45, 0.45 y 1.45 para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente.

Figura 18

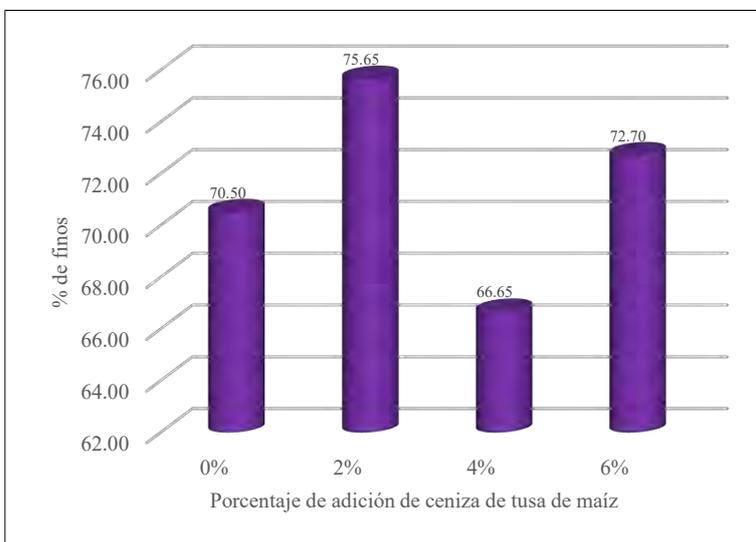
Porcentaje de arena del suelo con adición



Nota: En la figura 18, las barras representan el valor del porcentaje de arena promedio con las diferentes adiciones, la roja representa la cantidad de arena sin adición, los resultados indican que no hay un comportamiento uniforme con respecto a esta propiedad siendo los resultados de 23.90, 32.90 y 25.85 para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente.

Figura 19

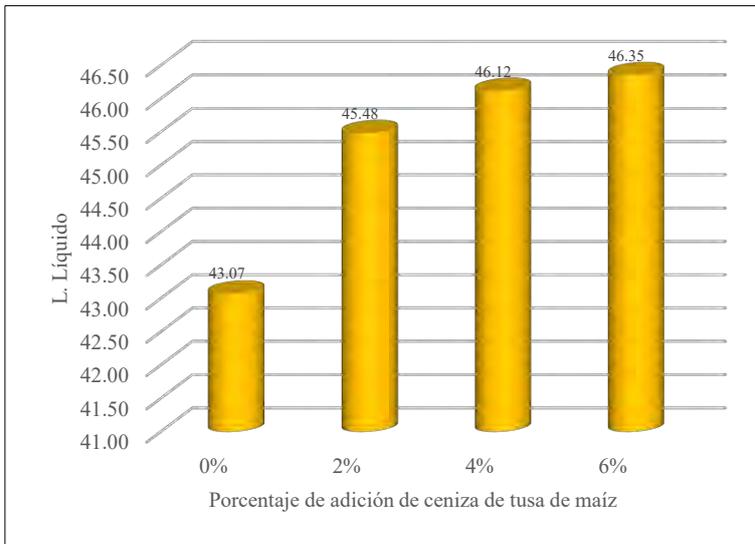
Porcentaje de finos del suelo con adición



Nota: En la figura 19, las barras representan el valor del porcentaje de finos promedio con las diferentes adiciones, la roja representa la cantidad de finos sin adición, los resultados indican que no hay un comportamiento uniforme con respecto a esta propiedad siendo los resultados de 75.65, 66.65 y 72.70 para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente.

Figura 20

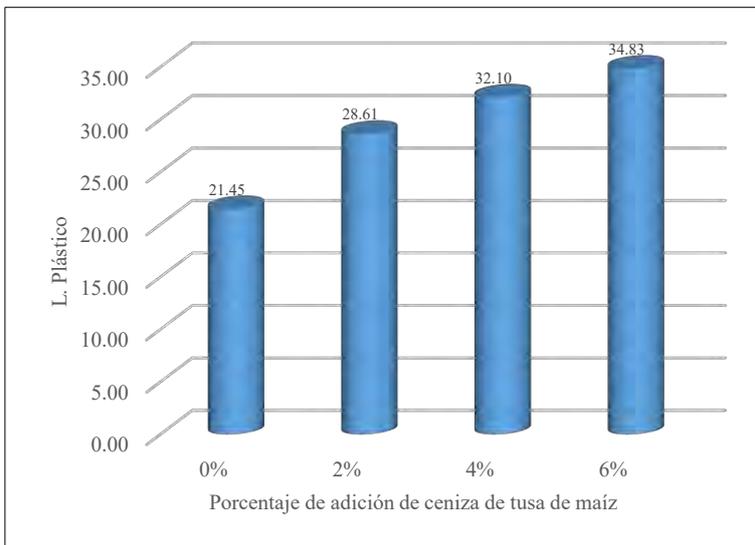
Límite líquido del suelo con adición



Nota: En la figura 20, las barras representan el valor del límite líquido promedio con las diferentes adiciones, la roja representa el límite líquido sin adición, los resultados indican que a medida que se incrementa la adición de ceniza, el límite líquido aumenta su valor, alcanzando valores de 45.48, 46.12 y 46.35 para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente.

Figura 21

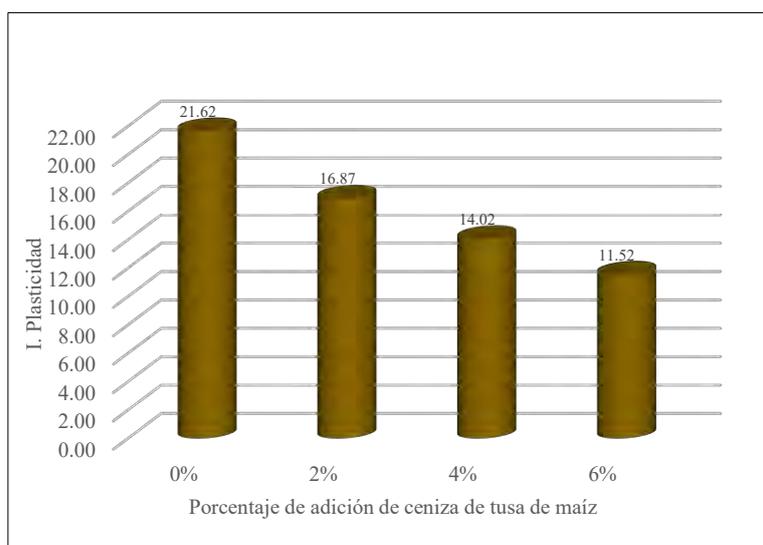
Límite plástico del suelo con adición



Nota: En la figura 21, las barras representan el valor del límite plástico promedio con las diferentes adiciones, la roja representa el límite plástico sin adición, los resultados indican que a medida que se incrementa la adición, el límite plástico aumenta su valor, alcanzando valores de 28.61, 32.10 y 34.83 para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente.

Figura 22

Índice de plasticidad del suelo con adición



Nota: En la figura 22, las barras representan el valor del índice de plasticidad promedio con las diferentes adiciones, la roja representa el índice de plasticidad sin adición, los resultados indican que a medida que se incrementa la adición de ceniza, el índice de plasticidad se reduce, alcanzando valores de 16.87, 14.02 y 11.52 para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente. Esta característica del suelo indica que, si es posible mejorar el suelo con la adición de estas cenizas, pasando a ser un suelo de alta plasticidad a uno de media plasticidad.

3.3. Identificación de la influencia sobre la capacidad de soporte CBR del suelo de subrasante con la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz

a) Proctor del suelo sin adición

Tabla 6

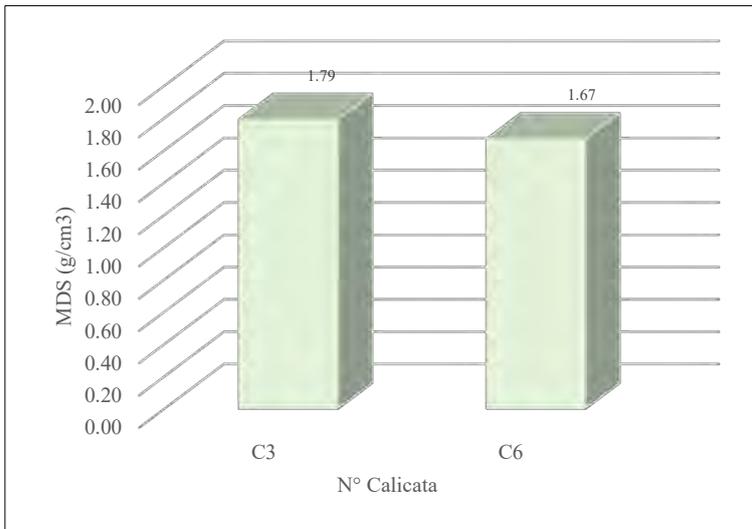
Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo sin adición

Nº de Calicata	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)
C-3	1.79	9.80
C-6	1.67	9.68

Nota: En la tabla 6, se presentan los resultados de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo sin adición, se han determinado estas características del suelo de acuerdo a lo establecido en el manual del MTC, donde indica que para este tipo de carreteras se debe realizar estos ensayos uno por cada 3km, es por ello que se presentan solamente los resultados de la tercera y sexta calicata.

Figura 23

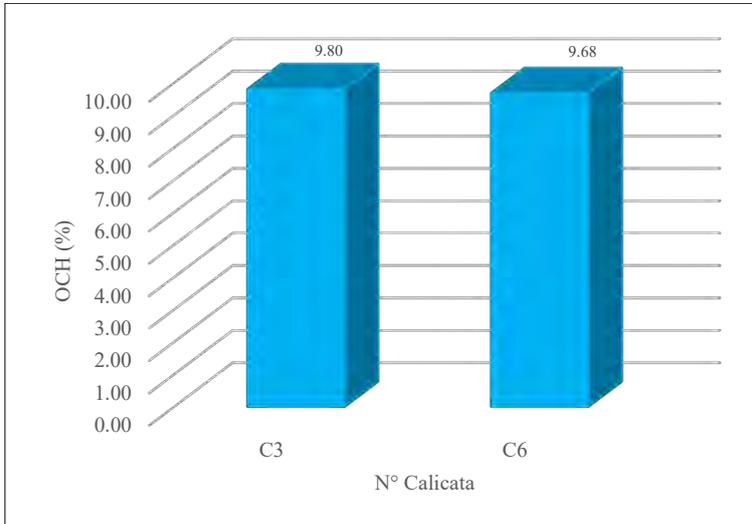
Máxima densidad seca del suelo sin adición



Nota: En la figura 23, las barras representan el valor de la máxima densidad seca del suelo sin adición, los resultados indican que, para la muestra del suelo de la tercera calicata se obtuvo una MDS de 1.79g/cm³ y de la sexta calicata una MDS de 1.67g/cm³.

Figura 24

Óptimo contenido de humedad del suelo sin adición



Nota: En la figura 24, las barras representan el valor del óptimo contenido de humedad del suelo sin adición, los resultados indican que, para la muestra del suelo de la tercera calicata se obtuvo un OCH de 9.80% y de la sexta calicata un OCH de 9.68%.

b) CBR del suelo sin adición

Tabla 7

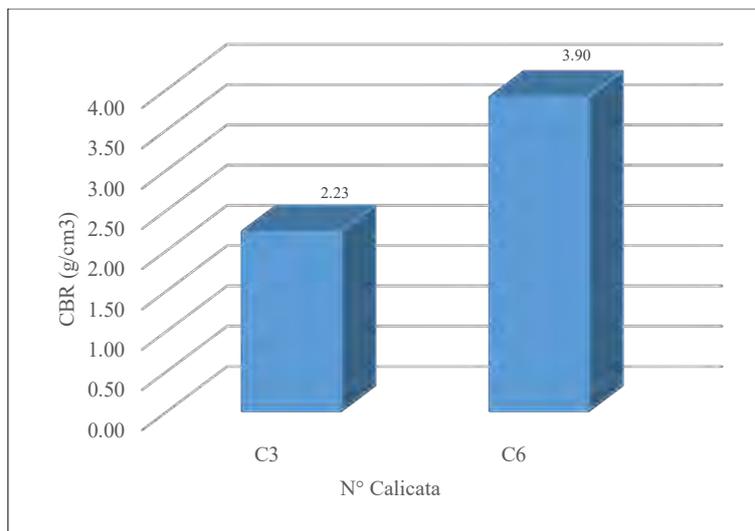
CBR del suelo sin adición

Nº de Calicata	CBR	Tipo de subrasante
C-3	2.23	Inadecuada
C-6	3.90	Insuficiente

Nota: En la tabla 7, se presentan los resultados del CBR del suelo sin adición, se han determinado el CBR del suelo, también de acuerdo a lo establecido en el manual del MTC, donde indica que para este tipo de carreteras se debe realizar estos ensayos uno por cada 3km, es por ello que solamente se presentan los resultados de la tercera y sexta calicata.

Figura 25

CBR del suelo sin adición



Nota: En la figura 25, las barras representan el valor del CBR del suelo sin adición, los resultados indican que, para la muestra del suelo de la tercera calicata se obtuvo una CBR de 2.23% clasificando como una subrasante inadecuada y de la sexta calicata un CBR de 3.90% clasificando como una subrasante insuficiente.

c) Proctor del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz

Tabla 8

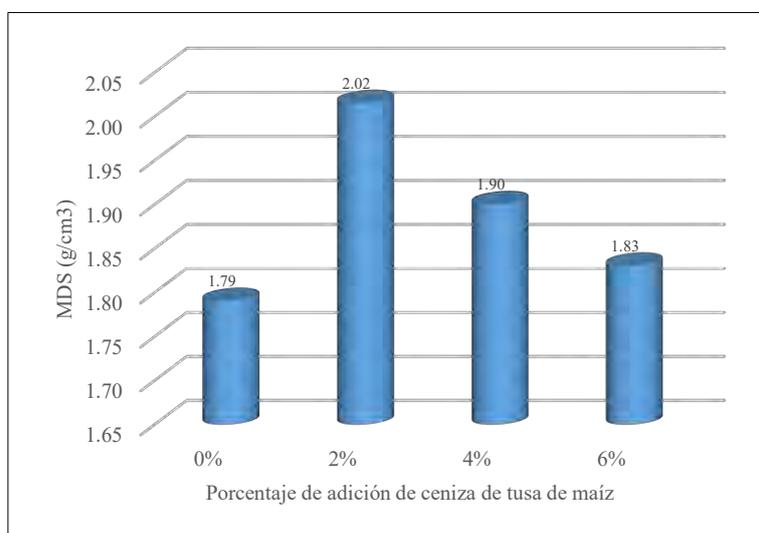
Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo con adición

Nº repetición	% de adición	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)
R1	0%	1.79	9.80
	2%	2.03	12.62
	4%	1.94	11.58
	6%	1.84	10.44
R2	0%	1.79	9.80
	2%	2.00	12.70
	4%	1.86	10.60
	6%	1.82	10.52
Promedio	0%	1.79	9.80
	2%	2.02	12.66
	4%	1.90	11.09
	6%	1.83	10.48

Nota: En la tabla 8, se presentan los resultados de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad con adición de ceniza de tusa de maíz, la muestra de suelo seleccionada para la adición de estas cenizas fue la de la calicata N° 3, debido a que de esta muestra se obtuvo el OCH más alto, con un valor de 9.80.

Figura 26

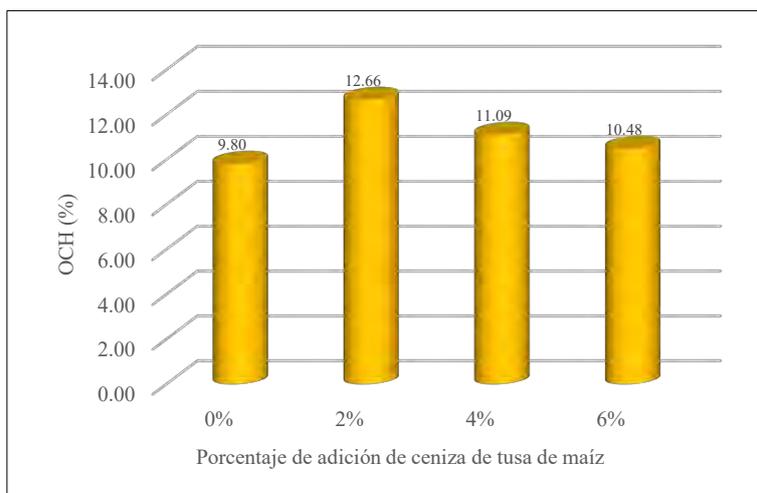
Máxima densidad seca del suelo con adición



Nota: En la figura 26, las barras representan el valor de la máxima densidad promedio seca con las diferentes adiciones, la barra roja representa la MDS sin adición, los resultados indican que a medida que se incrementa la adición de ceniza, la MDS se incrementa con el 2% a 2.02g/cm³, luego se va reduciendo a 1.90g/cm³ con la adición de 4% y finalmente se reduce a 1.83g/cm³ con la adición del 6% de ceniza.

Figura 27

Óptimo contenido de humedad del suelo con adición



Nota: En la figura 27, las barras representan el valor del óptimo contenido de humedad promedio con las diferentes adiciones, la barra roja representa el OCH sin adición, los resultados indican que a medida que se incrementa la adición de ceniza, el OCH se incrementa con el 2% a 12.66%, luego se va reduciendo a 11.09% con la adición de 4% y finalmente se reduce a 10.48% con la adición del 6% de ceniza.

d) CBR del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz

Tabla 9

CBR del suelo con adición

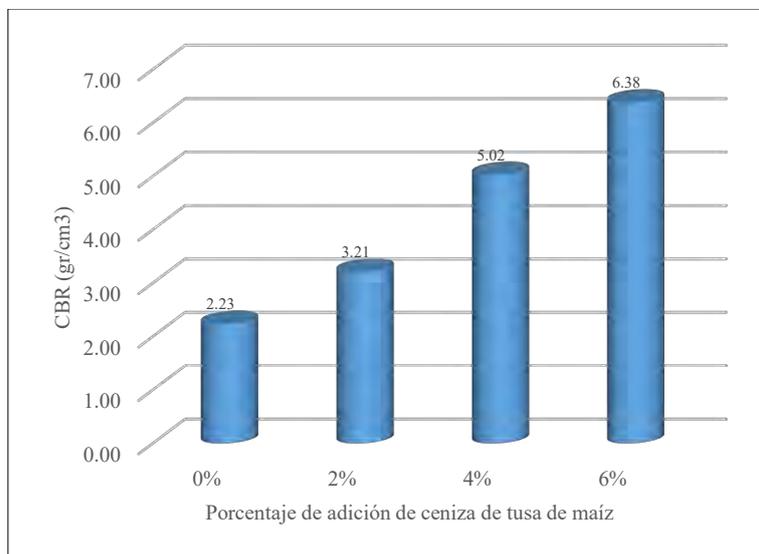
Nº repetición	% de adición	CBR (%)	Tipo de subrasante
R1	0%	2.23	Inadecuada
	2%	3.17	Insuficiente
	4%	4.94	Insuficiente
	6%	6.25	Regular
R2	0%	2.23	Inadecuada
	2%	3.24	Insuficiente
	4%	5.10	Insuficiente
	6%	6.50	Regular
Promedio	0%	2.23	Inadecuada
	2%	3.21	Insuficiente
	4%	5.02	Insuficiente
	6%	6.38	Regular

Nota: En la tabla 9, se presentan los resultados del CBR del suelo con adición de ceniza de tusa de maíz, la muestra de suelo seleccionada para la adición de estas cenizas, fue la de la calicata N° 3, debido a que de esta muestra se obtuvo el CBR más bajo, con un valor de 2.23%. Como principal resultado la adición de estas cenizas es que, a medida que se incrementa la adición se incrementa el CBR del suelo pasando a ser de una subrasante

inadecuada a una insuficiente con la adición de 2% y 4% y a una subrasante regular con la adición de 6% de ceniza de tusa de maíz.

Figura 28

CBR del suelo con adición



Nota: En la figura 28, las barras representan el valor del CBR del suelo promedio con las diferentes adiciones, la barra roja representa el CBR sin adición, los resultados indican que a medida que se incrementa la adición de ceniza, el CBR se incrementa, alcanzando valores de 3.21%, 5.02% y 6.38% para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente.

3.4. Costo de la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante

Tabla 10

Costo por m² sin la adición de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante

Partida	Costo por m ²
Excavación en material suelto	S/.7.37
Perfilado y compactado en zona de corte	S/.3.42
Corte para mejoramiento de suelos	S/.6.28
Conformación de mejoramiento de suelos	S/.13.81
Agua para la obra	S/.28.46
Disposición y conformación de material excedente	S/.3.64
Transporte de materiales excedentes para distancias entre 120m a 1000m	S/.7.66
Costo total	S/.70.63

Nota: En la tabla 10, se presenta el costo por m2 sin la adición de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante el monto de las partidas sin la partida de ceniza es de S/.70.63.

Tabla 11

Costo por m2 de la adición de 2% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante

Partida	Costo por m2
Excavación en material suelto	S/.7.37
Perfilado y compactado en zona de corte	S/.3.42
Corte para mejoramiento de suelos	S/.6.28
Conformación de mejoramiento de suelos	S/.13.81
Agua para la obra	S/.28.46
Disposición y conformación de material excedente	S/.3.64
Transporte de materiales excedentes para distancias entre 120m a 1000m	S/.7.66
Ceniza de tusa de maíz al 2%	S/.6.13
Costo total	S/.76.76

Nota: En la tabla 11, se presenta el costo por m2 con la adición de 2% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante el monto de las partidas sin la partida de ceniza es de S/.76.76.

Tabla 12

Costo por m2 de la adición de 4% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante

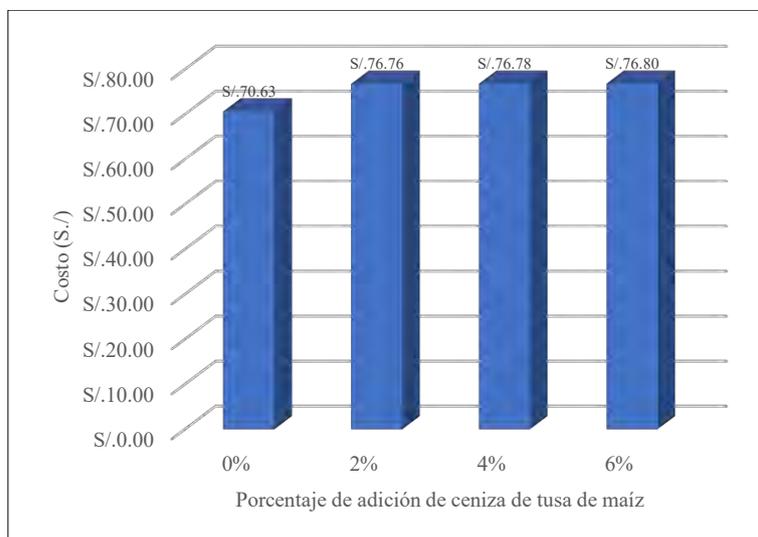
Partida	Costo por m2
Excavación en material suelto	S/.7.37
Perfilado y compactado en zona de corte	S/.3.42
Corte para mejoramiento de suelos	S/.6.28
Conformación de mejoramiento de suelos	S/.13.81
Agua para la obra	S/.28.46
Disposición y conformación de material excedente	S/.3.64
Transporte de materiales excedentes para distancias entre 120m a 1000m	S/.7.66
Ceniza de tusa de maíz al 4%	S/.6.15
Costo total	S/.76.78

Nota: En la tabla 12, se presenta el costo por m2 con la adición de 4% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante el monto de las partidas sin la partida de ceniza es de S/.76.78.

Tabla 13*Costo por m2 de la adición de 6% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante*

Partida	Costo por m2
Excavación en material suelto	S/.7.37
Perfilado y compactado en zona de corte	S/.3.42
Corte para mejoramiento de suelos	S/.6.28
Conformación de mejoramiento de suelos	S/.13.81
Agua para la obra	S/.28.46
Disposición y conformación de material excedente	S/.3.64
Transporte de materiales excedentes para distancias entre 120m a 1000m	S/.7.66
Ceniza de tusa de maíz al 6%	S/.6.17
Costo total	S/.76.80

Nota: En la tabla 13, se presenta el costo por m2 con la adición de 6% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante el monto de las partidas sin la partida de ceniza es de S/.76.80.

Figura 29*Costo por m2 de la adición de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante*

Nota: En la figura 29, las barras representan el costo por m2 de la adición de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante, los resultados muestra que, a medida que se incrementa la adición, se incrementa también el costo, siendo de S/.70.63, S/.76.76, S/.76.78 y S/.76.80 para las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente.

3.5. Análisis estadístico

Tabla 14

Prueba estadística Anova para la humedad del suelo

Description					Alpha	0.05			
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
0 %	2	16.94	8.47	0	0	0.0876427	8.2266647	8.7133353	
2 %	2	26.06	13.03	0.0578	0.0578	0.0876427	12.786665	13.273335	
4 %	2	33.52	16.76	0.0032	0.0032	0.0876427	16.516665	17.003335	
6 %	2	33.97	16.99	0.00045	0.00045	0.0876427	16.741665	17.228335	

Anova								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	95.814238	3	31.938079	2078.9637	7.70079E-07	0.9993591	32.240996	0.9987183
Within Groups	0.06145	4	0.0153625					
Total	95.875688	7	13.696527					

Sí existen diferencias significativas

Nota: En la tabla 14, se presentan los resultados de la prueba estadística Anova para la humedad del suelo, esta prueba compara de manera general los tratamientos aplicados al suelo, la interpretación de esta prueba es que, al comparar el p value de 0.70079E-07, este es menor que el Alpha de 0.05, por lo tanto, si existen diferencias significativas entre las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.

Tabla 15

Subconjuntos de HDS Tukey para la humedad del suelo

TUKEY HSD/KRAMER alpha 0.05					
group	mean	n	ss	df	q-crit
0 %	8.47	2	0		
2 %	13.03	2	0.0578		
4 %	16.76	2	0.0032		
6 %	16.99	2	0.00045		
		8	0.06145	4	5.757

Nota: En la tabla 15, se presentan los subconjuntos Tukey para la humedad del suelo.

Tabla 16

Prueba estadística Tukey para la humedad del suelo

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	4.56	0.0876	52.0294	4.0554	5.0646	0.000016305305	0.5046	36.7903	Sí existen Dif. significativas
0 %	4 %	8.29	0.0876	94.5886	7.7854	8.7946	0.000000061616	0.5046	66.8842	Sí existen Dif. significativas
0 %	6 %	8.515	0.0876	97.1558	8.0104	9.0196	0.000000039610	0.5046	68.6995	Sí existen Dif. significativas
2 %	4 %	3.73	0.0876	42.5591	3.2254	4.2346	0.000035403688	0.5046	30.0939	Sí existen Dif. significativas
2 %	6 %	3.955	0.0876	45.1264	3.4504	4.4596	0.000029106278	0.5046	31.9092	Sí existen Dif. significativas
4 %	6 %	0.225	0.0876	2.5672	-0.2796	0.7296	0.384037830045	0.5046	1.8153	No existen Dif. significativas

Nota: En la tabla 16, se presentan los resultados de la prueba estadística Tukey para la humedad del suelo, esta prueba permite determinar la existencia o no de diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles, los resultados indican que, debido a que en todos los casos el p-value es menor que el Alpha, si existen diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles de los tratamientos aplicados, excepto entre la comparación entre el 4% y 6%.

Tabla 17*Prueba estadística Anova para el porcentaje de finos del suelo*

Description		Alpha				0.05			
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
0 %	2	141.00	70.50	0	0	0.2893959	69.696508	71.303492	
2 %	2	151.30	75.65	0.245	0.245	0.2893959	74.846508	76.453492	
4 %	2	133.30	66.65	0.245	0.245	0.2893959	65.846508	67.453492	
6 %	2	145.40	72.70	0.18	0.18	0.2893959	71.896508	73.503492	

Anova								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	86.245	3	28.748333	171.63184	0.000111133	0.9922913	9.2636883	0.9846123
Within Groups	0.67	4	0.1675					
Total	86.915	7	12.416429					

Sí existen diferencias significativas

Nota: En la tabla 17, se presentan los resultados de la prueba estadística Anova para el porcentaje de finos del suelo, esta prueba compara de manera general los tratamientos aplicados al suelo, la interpretación de esta prueba es que, al comparar el p value de 0.000111133, este es menor que el Alpha de 0.05, por lo tanto, si existen diferencias significativas entre las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.

Tabla 18*Subconjuntos de HDS Tukey para el porcentaje de finos del suelo*

Tukey HSD/KRAMER alpha 0.05					
group	mean	n	ss	df	q-crit
0 %	70.50	2	0		
2 %	75.65	2	0.245		
4 %	66.65	2	0.245		
6 %	72.70	2	0.18		
		8	0.67	4	5.757

Nota: En la tabla 18, se presentan los subconjuntos Tukey para el porcentaje de finos del suelo.

Tabla 19*Prueba estadística Tukey para el porcentaje de finos del suelo*

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	5.15	0.2894	17.7957	3.4839	6.8161	0.0008	1.6661	12.5835	Sí existen Dif. significativas
0 %	4 %	3.85	0.2894	13.3036	2.1839	5.5161	0.0025	1.6661	9.4070	Sí existen Dif. significativas
0 %	6 %	2.2	0.2894	7.6020	0.5339	3.8661	0.0196	1.6661	5.3755	Sí existen Dif. significativas
2 %	4 %	9	0.2894	31.0993	7.3339	10.6661	0.0001	1.6661	21.9905	Sí existen Dif. significativas
2 %	6 %	2.95	0.2894	10.1936	1.2839	4.6161	0.0068	1.6661	7.2080	Sí existen Dif. significativas
4 %	6 %	6.05	0.2894	20.9056	4.3839	7.7161	0.0004	1.6661	14.7825	Sí existen Dif. significativas

Nota: En la tabla 19, se presentan los resultados de la prueba estadística Tukey para el porcentaje de finos del suelo, esta prueba permite determinar la existencia o no de diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles, los resultados indican que, debido a que en todos los casos el p-value es menor que el Alpha, si existen diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles de los tratamientos aplicados.

Tabla 20*Prueba estadística Anova para el índice de plasticidad del suelo*

Description		Alpha				0.05		
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0 %	2	43.24	21.62	0	0	0.2241093	20.997773	22.242227
2 %	2	33.74	16.87	0.1682	0.1682	0.2241093	16.247773	17.492227
4 %	2	28.04	14.02	0.0288	0.0288	0.2241093	13.397773	14.642227
6 %	2	23.04	11.52	0.2048	0.2048	0.2241093	10.897773	12.142227
Anova								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	112.66375	3	37.554583	373.86345	2.36508E-05	0.9964463	13.672298	0.9928989
Within Groups	0.4018	4	0.10045					
Total	113.06555	7	16.152221					

Sí existen diferencias significativas

Nota: En la tabla 20, se presentan los resultados de la prueba estadística Anova para el índice de plasticidad del suelo, esta prueba compara de manera general los tratamientos aplicados al suelo, la interpretación de esta prueba es que, al comparar el p value de 2.36508E-05, este es menor que el Alpha de 0.05, por lo tanto, si existen diferencias significativas entre las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.

Tabla 21*Subconjuntos de HDS Tukey para el índice de plasticidad del suelo*

Tukey HSD/KRAMER		alpha 0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit
0 %	21.62	2	0		
2 %	16.87	2	0.1682		
4 %	14.02	2	0.0288		
6 %	11.52	2	0.2048		
		8	0.4018	4	5.757

Nota: En la tabla 21, se presentan los subconjuntos Tukey para el índice de plasticidad del suelo.

Tabla 22*Prueba estadística Tukey para el índice de plasticidad del suelo*

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	4.75	0.2241	21.1950	3.4598	6.0402	0.0004	1.2902	14.9871	Sí existen Dif. significativas
0 %	4 %	7.6	0.2241	33.9120	6.3098	8.8902	0.0001	1.2902	23.9794	Sí existen Dif. significativas
0 %	6 %	10.1	0.2241	45.0673	8.8098	11.3902	0.0000	1.2902	31.8674	Sí existen Dif. significativas
2 %	4 %	2.85	0.2241	12.7170	1.5598	4.1402	0.0029	1.2902	8.9923	Sí existen Dif. significativas
2 %	6 %	5.35	0.2241	23.8723	4.0598	6.6402	0.0003	1.2902	16.8802	Sí existen Dif. significativas
4 %	6 %	2.5	0.2241	11.1553	1.2098	3.7902	0.0048	1.2902	7.8880	Sí existen Dif. significativas

Nota: En la tabla 22, se presentan los resultados de la prueba estadística Tukey para el índice de plasticidad del suelo, esta prueba permite determinar la existencia o no de diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles, los resultados indican que, debido a que en todos los casos el p-value es menor que el Alpha, si existen diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles de los tratamientos aplicados.

Tabla 23*Prueba estadística Anova para la máxima densidad seca del suelo*

Description		Alpha 0.05						
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0 %	2	3.58	1.79	0	0	0.0219374	1.729092	1.850908
2 %	2	4.03	2.02	0.00045	0.00045	0.0219374	1.954092	2.075908
4 %	2	3.80	1.90	0.0032	0.0032	0.0219374	1.839092	1.960908
6 %	2	3.66	1.83	0.0002	0.0002	0.0219374	1.769092	1.890908
Anova								
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	0.0583375	3	0.0194458	20.203463	0.007036416	0.9380905	3.1783221	0.8780681
Within Groups	0.00385	4	0.0009625					
Total	0.0621875	7	0.0088839					

Si existen diferencias significativas

Nota: En la tabla 23, se presentan los resultados de la prueba estadística Anova para el índice de plasticidad del suelo, esta prueba compara de manera general los tratamientos aplicados al suelo, la interpretación de esta prueba es que, al comparar el p value de 0.007036416, este es menor que el Alpha de 0.05, por lo tanto, si existen diferencias significativas entre las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.

Tabla 24*Subconjuntos de HDS Tukey para la máxima densidad seca del suelo*

Tukey HSD/KRAMER		alpha 0.05			
group	mean	n	ss	df	q-crit
0 %	1.79	2	0		
2 %	2.02	2	0.00045		
4 %	1.90	2	0.0032		
6 %	1.83	2	0.0002		
		8	0.00385	4	5.757

Nota: En la tabla 24, se presentan los subconjuntos Tukey para la máxima densidad seca del suelo.

Tabla 25*Prueba estadística Tukey para la máxima densidad seca del suelo*

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	0.225	0.0219	10.2565	0.0987	0.3513	0.0066	0.1263	7.2524	Sí existen Dif. significativas
0 %	4 %	0.11	0.0219	5.0143	-0.0163	0.2363	0.0769	0.1263	3.5456	No existen Dif. significativas
0 %	6 %	0.04	0.0219	1.8234	-0.0863	0.1663	0.6134	0.1263	1.2893	No existen Dif. significativas
2 %	4 %	0.115	0.0219	5.2422	-0.0113	0.2413	0.0671	0.1263	3.7068	No existen Dif. significativas
2 %	6 %	0.185	0.0219	8.4331	0.0587	0.3113	0.0136	0.1263	5.9631	Sí existen Dif. significativas
4 %	6 %	0.07	0.0219	3.1909	-0.0563	0.1963	0.2513	0.1263	2.2563	No existen Dif. significativas

Nota: En la tabla 25, se presentan los resultados de la prueba estadística Tukey para máxima densidad seca del suelo, esta prueba permite determinar la existencia o no de diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles, los resultados indican que, entre 0% y 2%, 2% y 6% sí existen diferencias significativas, mientras que entre 0% y 4%, 0% y 6%, 2% y 4%, 4% y 6% no existen diferencias significativas.

Tabla 26*Prueba estadística Anova para el CBR seca del suelo*

Description		Alpha 0.05							
Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper	
0 %	2	4.46	2.23	0	0	0.0762398	2.0183245	2.4416755	
2 %	2	6.41	3.21	0.00245	0.00245	0.0762398	2.9933245	3.4166755	
4 %	2	10.04	5.02	0.0128	0.0128	0.0762398	4.8083245	5.2316755	
6 %	2	12.75	6.38	0.03125	0.03125	0.0762398	6.1633245	6.5866755	

Anova									
Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq	
Between Groups	20.54745	3	6.84915	589.17419	9.55214E-06	0.9977421	17.16354	0.9954867	
Within Groups	0.0465	4	0.011625						
Total	20.59395	7	2.9419929						

Sí existen diferencias significativas

Nota: En la tabla 26, se presentan los resultados de la prueba estadística Anova para el índice de plasticidad del suelo, esta prueba compara de manera general los tratamientos aplicados al suelo, la interpretación de esta prueba es que, al comparar el p value de 9.55214E-06, este es menor que el Alpha de 0.05, por lo tanto, si existen diferencias significativas entre las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.

Tabla 27*Subconjuntos de HDS Tukey para el CBR seca del suelo*

Tukey HSD/KRAMER		alpha	0.05		
group	mean	n	ss	df	q-crit
0 %	2.23	2	0		
2 %	3.21	2	0.00245		
4 %	5.02	2	0.0128		
6 %	6.38	2	0.03125		
		8	0.0465	4	5.757

Nota: En la tabla 27, se presentan los subconjuntos Tukey para el CBR del suelo.

Tabla 28*Prueba estadística Tukey para el CBR seca del suelo*

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	0.975	0.0762	12.7886	0.5361	1.4139	0.0029	0.4389	9.0429	Sí existen Dif. significativas
0 %	4 %	2.79	0.0762	36.5951	2.3511	3.2289	0.0001	0.4389	25.8766	Sí existen Dif. significativas
0 %	6 %	4.145	0.0762	54.3680	3.7061	4.5839	0.0000	0.4389	38.4440	Sí existen Dif. significativas
2 %	4 %	1.815	0.0762	23.8065	1.3761	2.2539	0.0003	0.4389	16.8337	Sí existen Dif. significativas
2 %	6 %	3.17	0.0762	41.5794	2.7311	3.6089	0.0000	0.4389	29.4010	Sí existen Dif. significativas
4 %	6 %	1.355	0.0762	17.7729	0.9161	1.7939	0.0008	0.4389	12.5673	Sí existen Dif. significativas

Nota: En la tabla 28, se presentan los resultados de la prueba estadística Tukey para el CBR del suelo, esta prueba permite determinar la existencia o no de diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles, los resultados indican que, debido a que en todos los casos el p-value es menor que el Alpha, si existen diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles de los tratamientos aplicados.

IV. DISCUSIÓN

Como resultados del primer objetivo específico, se ha obtenido como resultados que, en la cuarta calicata se obtuvo el más alto contenido de humedad con un valor de 20.66% y en la tercera el más bajo con 8.47%, en la segunda calicata se alcanzó el más alto contenido de grava con un valor de 31.00% y en la tercera el más bajo contenido de grava con 0.70%, en la cuarta calicata se obtuvo el más alto contenido de arena con un valor de 35.50% y en la sexta el más bajo con un valor de 20.70%, en la sexta calicata se obtuvo el más alto contenido de finos con un valor de 76.70% y en la tercera el más bajo con un valor de 37.80%, en la sexta calicata se obtuvo el más alto límite líquido con un valor de 44.50 y en la tercera el más bajo con un valor de 34.91, en la sexta calicata se obtuvo el más alto límite plástico con un valor de 28.84 y en la segunda el más bajo con un valor de 14.19 y en la primera calicata se obtuvo el más alto índice de plasticidad con un valor de 24.80 y en la sexta el más bajo con un valor de 15.66; de acuerdo a sus características físicas, según SUCS la primera, tercera, cuarta y quinta calicata clasifican como CL la segunda como SC y la sexta como ML; de acuerdo con AASHTO la primera calicata clasifica como A-7-6 (15), la segunda como A-6 (3), la tercera como A-7-6 (12), la cuarta como A-6 (10), la quinta como A-6 (8) y la sexta como A-7-6 (13). Estos resultados se pueden comparar con los que se alcanzaron en otras investigaciones, como la que realizó Blacio (2022) que obtuvo como resultados que de acuerdo a la clasificación SUCS el suelo es una arcilla limosa negra de nomenclatura CH (A-7-5), IP de 55%, material que pasa por tamiz 200 de 95%, LL menor a 35% e IP menor al 9%; también se compara con la investigación de Ortegon et al, (2019) que obtuvieron un LL de 87.81, LP de 52.22 e IP de 35.58, clasificando como un suelo limoso de alta plasticidad; por su parte Bonilla et al, (2020) obtuvieron del análisis granulométrico un 40.6% de grava, 47.7% de arena y 11.7% de finos, LL de 30.9, LP de 23.8 e IP de 7.07. De las comparaciones realizadas se puede afirmar que existen similitudes entre los resultados de las investigaciones citadas comparado con los obtenidos, principalmente en que el tipo de suelo que se elige como muestra patrón es arcilloso y a eso se pretende mejorar con la adición de las diferentes cenizas de productos orgánicos que se le adiciona.

Luego de haber desarrollado el segundo objetivo específico, se ha obtenido como resultados que, a medida que se incrementa la adición de ceniza, el contenido de humedad se incrementa, siendo los contenidos de humedad de 13.03%, 16.76% y 16.99% para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente; con respecto al porcentaje de grava los resultados no indican un comportamiento secuencial, siendo los resultados de 0.45, 0.45 y 1.45 para las adiciones respectivamente; con referencia al porcentaje de arena los resultados indican que no hay un comportamiento uniforme con respecto a esta propiedad siendo los resultados de 23.90, 32.90 y 25.85 para las adiciones respectivamente; con respecto al contenido de finos los resultados indican que tampoco hay un comportamiento uniforme siendo los resultados de 75.65, 66.65 y 72.70 para las adiciones respectivamente. A medida que se incrementa la adición de ceniza, el límite líquido aumenta su valor, alcanzando valores de 45.48, 46.12 y 46.35 para las adiciones respectivamente; a medida que se incrementa la adición, el límite plástico aumenta su valor, alcanzando valores de 28.61, 32.10 y 34.83 para las adiciones respectivamente; y a medida que se incrementa la adición de ceniza, el índice de plasticidad se reduce, alcanzando valores de 16.87, 14.02 y 11.52 para las adiciones respectivamente. Estos resultados se comparan con los que se alcanzaron en otras investigaciones, como la que realizó Hernández y Herrera (2019) que obtuvieron para la muestra natural un 20% de IP y al adicionar los materiales en combinación de 4, 6 y 8% se redujo el IP, los mejores resultados se alcanzaron con la incorporación de 4%, reduciendo el IP a un 17%; también se compara con Montalico (2022) que obtuvo un IP de 11.24%, sin adición, al adicionar 6, 7, 8 y 9% de este material esta propiedad se logró reducir a 9.78, 8.95, 7.84 y 8.14% respectivamente; por último también se compara con Chavez (2022) que obtuvo que el suelo más desfavorable de determinó en la cuarta y séptima calicata, en las que se alcanzaron valores altos de límites de Atterberg IP de 23 y 22%, CH de 31.43 y 36.40%, con el 5% de ceniza de cáscara de arroz se logró reducir el IP de 23 a 14, en la calicata N° 4, de 22 a 14 en la calicata N° 7. De estas comparaciones se puede afirmar que existen similitudes entre los resultados, porque en todas las investigaciones se reduce la plasticidad del suelo a medida que se adicionan cenizas de productos orgánicos como el obtenido de la tuza de maíz y de la cáscara de arroz.

Con respecto al tercer objetivo específico se ha obtenido como resultados que, para la muestra del suelo de la tercera calicata se obtuvo una MDS de 1.79g/cm³ y de la sexta calicata una MDS de 1.67g/cm³, para la muestra del suelo de la tercera calicata se obtuvo un OCH de 9.80% y de la sexta calicata un OCH de 9.68%, para la muestra del suelo de la tercera calicata se obtuvo una CBR de 2.23% clasificando como una subrasante inadecuada y de la sexta calicata un CBR de 3.90% clasificando como una subrasante insuficiente; con la adición de ceniza de tusa de maíz, a medida que se incrementa la adición de ceniza, la MDS se incrementa con el 2% de adición a 2.02g/cm³, luego se va reduciendo a 1.90g/cm³ con la adición de 4% y a 1.83g/cm³ con la adición del 6%; a medida que se incrementa la adición de ceniza, el OCH se incrementa con el 2% de adición a 12.66%, luego se va reduciendo a 11.09% con la adición de 4% y a 10.48% con la adición del 6%; y a medida que se incrementa la adición de ceniza, el CBR se incrementa, alcanzando valores de 3.21%, 5.02% y 6.38% para las adiciones de 2%, 4% y 6% respectivamente. Estos resultados se pueden comparar con los que se alcanzaron en otras investigaciones, como la que realizó Hurtado (2020) que obtuvo que al adicionar 21% de cenizas de rastrojo aumentó MDS de 1.656g/cm³ a 1.851g/cm³ con 6.382% a 9.442% de OCH para alcanzar su mejor porcentaje de compactación y se aumentó el CBR de 4.810% a 14.704%; también se compara con Julca (2020) que obtuvo que al agregar cenizas de hoja de maíz y carbón molido al 8% se alcanza una mayor densidad con incremento en promedio de 1% de mayor CH y un CBR de 59.2% al 100%; también se compara con Donaires y Santillan (2023) que obtuvieron una MDS de 1.453g/cm³, al incorporar ceniza de madera de shungo 3, 4 y 5% aumentando en 1.75, 1.677, 1.720 y 1.721g/cm³ respectivamente, el CBR del suelo sin ningún porcentaje de adición no alcanza un óptimo logrando un CBR de 4.58%, lo cual lo clasifica como subrasante pobre, con las adiciones se logra un CBR promedio de 18.84, 29.28 y 37.06%, lo cual la mejora y clasifica como una subrasante buena, muy buena y excelente respectivamente. De las comparaciones realizadas se puede afirmar que existen similitudes entre los resultados, porque en todas las investigaciones se logra como principal indicador que se logra incrementar el valor del CBR y con ello se logra pasar de subrasantes inadecuadas e insuficientes a regulares, buenas y hasta excelentes en algunos casos.

Como resultados del cuarto objetivo específico se ha obtenido como resultados que, a medida que se incrementa la adición, se incrementa también el costo, siendo de S/.70.63, S/.76.76, S/.76.78 y S/.76.80 para las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente. Estos resultados se pueden comparar con los que se alcanzaron en otras investigaciones, como la que realizaron Ortegon et al, (2019) que concluyeron que el uso de suelos de origen volcánico con adiciones de biomasa puede ser una alternativa que permita generar mejoramiento de subrasantes a un costo menor; también se compara con Bonilla et al, (2020) que concluyeron que al adicionar ceniza de bagazo de caña, tiene una mejora en los costos de mezcla, ya que se requiere menos porcentaje de cemento para una adición del 25% de ceniza, lo cual genera beneficios de resistencia, durabilidad; Cruz (2021) por su parte obtuvo que las cenizas de huarango son la mejor opción, económicamente, para estabilizar la subrasante en estudio, ya que es 29.54% menos costoso que el afirmado.

Como principales resultados del análisis estadístico se ha obtenido que: para la humedad del suelo, debido a que en todos los casos el p-value es menor que el Alpha, si existen diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles de los tratamientos aplicados; para el porcentaje de finos, debido a que también en todos los casos el p-value es menor que el Alpha, si existen diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles de los tratamientos aplicados; para la plasticidad, debido a que en todos los casos el p-value es menor que el Alpha, si existen diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles de los tratamientos aplicados; para la máxima densidad seca, entre 0% y 2%, 2% y 6% sí existen diferencias significativas, mientras que entre 0% y 4%, 0% y 6%, 2% y 4%, 4% y 6% no existen diferencias significativas; y para el CBR, debido a que en todos los casos el p-value es menor que el Alpha, si existen diferencias significativas entre todas las comparaciones posibles de los tratamientos aplicados.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo a las principales propiedades del suelo a nivel de subrasante, este clasifica según SUCS para la primera, tercera, cuarta y quinta calicata clasifican como CL, la segunda como SC y la sexta como ML; de acuerdo con AASHTO la primera calicata clasifica como A-7-6 (15), la segunda como A-6 (3), la tercera como A-7-6 (12), la cuarta como A-6 (10), la quinta como A-6 (8) y la sexta como A-7-6 (13).

La adición de ceniza de tusa de maíz influye de manera positiva sobre las propiedades del suelo a nivel de subrasante, pasando a ser un suelo de alta plasticidad con un IP de 21.62 sin adición a uno de media plasticidad con un IP de 11.52 con la adición del 6% de ceniza de tusa de maíz.

La adición de ceniza de tusa de maíz influye de manera positiva sobre el CBR del suelo a nivel de subrasante, pasando de ser una subrasante inadecuada con un CBR de 2.23% a una subrasante regular con un CBR de 6.38% con la adición del 6% de ceniza de tusa de maíz, siendo este porcentaje de adición con la que se logra mejores resultados.

La adición de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante tiene un pequeño costo, siendo que, a medida que se incrementa la adición, se incrementa también el costo, siendo de S/.70.63, S/.76.76, S/.76.78 y S/.76.80 para las adiciones de 0%, 2%, 4% y 6% respectivamente.

Estadísticamente si existen diferencias significativas entre los resultados alcanzados para los diferentes tipos de tratamientos aplicados al suelo a nivel de subrasante, temiendo como principales indicadores a las diferencias significativas existentes para la plasticidad del suelo como principal propiedad físicas del suelo y el CBR como principal indicador de las propiedades mecánicas del suelo.

5.2. Recomendaciones

Realizar ensayos especiales como el SPT con la finalidad de conocer las propiedades del suelo a mayores profundidades y en los tramos de la carretera donde existe presencia de deslizamientos y posibles fallas geológicas.

Como otro agente estabilizador orgánico se recomienda el uso de la resina de tallo de plátano o la resina de otra planta que exista cerca de la carretera evaluada, para que de esta forma se tenga una mayor consistencia en la mezcla del suelo y se brinde un segundo uso a las resinas de este tipo.

A semejando la ceniza de tusa de maíz al estabilizador más conocido como lo es el cemento, se recomienda para futuras investigaciones agregar mayores porcentajes de ceniza, porque de acuerdo al MTC y al tipo de suelo se puede utilizar un porcentaje hasta de 12%.

A las entidades competentes, se recomienda tener en cuenta los resultados de la presente investigación, para que, junto a estudios complementarios se aplique esta propuesta para el mejoramiento de las condiciones de transitabilidad de esta carretera.

Para futuras investigaciones se recomienda emplear adiciones mayores a las aplicadas en la presente investigación y aplicar otras pruebas estadísticas con la finalidad de establecer si se sigue obteniendo esa tendencia a mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, A., Sutanto, M. H., binti Ahmad, N. R., Bujang, M., & Mohamad , M. E. (2021). The Implementation of Industrial Byproduct in Malaysian Peat Improvement: A Sustainable Soil Stabilization Approach. *Materials*, 14(23). doi:<https://doi.org/10.3390/ma14237315>
- Andavan, S., & Pagadala, V. K. (2020). Experimental study on addition of lime and fly ash for the soil stabilization. *Materials Today: Proceedings*, 22, 1065-1069. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.11.300>
- Arana-Ordoñez, M., & Paredes-Baca, F. d. (2022). *Mejoramiento de propiedades físico-mecánicas de suelos con adición de aditivos orgánicos en la carretera Yaurisque – Ranraccasa, Cusco-2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96266>
- Baez-Zamata, K. A. (2022). *Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/94505>
- Bardales-Arévalo, K. (2020). *Aplicación de ceniza volante y cal para el mejoramiento de la sub rasante en la carretera Cacic-Luya-Amazonas 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64416>
- Blacio-Romero, J. (2022). *Estabilización de suelo arcillosos plásticos utilizando la viruta de madera reciclada de encofrado, caucho reciclado, ceniza volcánica para una carretera en la subrasante* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Archivo digital. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/5567>
- Bonilla-Ramírez, J., Páramo-García, F., & Jiménez-Ramos, A. (2020). *Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (cbca)* [Tesis de posgrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/16273>
- Brahmachary, T. K., Ahsan, M. K., & Rokonzaman , M. (2019). Impact of rice husk ash (RHA) and nylon fiber on the bearing capacity of organic soil. *SN Applied Sciences*, 11(273). doi:[10.1007/s42452-019-0275-0](https://doi.org/10.1007/s42452-019-0275-0)

- Chavez-Vasquez, J. S. (2022). *Influencia de ceniza de cáscara de arroz para estabilización de subrasante en la carretera Vista Hermosa – Alto Perú, Amazonas, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/109584>
- Chayña-Pineda, R. H. (2022). *Análisis del uso de ceniza de totora en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/104462>
- Chuquizuta-Huaman, J. A., & Vasquez-Posito, J. J. (2022). *Evaluación de la estabilización de subrasante incorporando ceniza de caña de azúcar, calle Ortiz Arrieta, Chachapoyas-2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/109579>
- Cruz-Vera, K. E. (2021). *Diseño de la subrasante blanda modificada con cenizas de huarango, Tramo Collance-Providencia KM-11, Luya, Amazonas 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/79180>
- Díaz-Vásquez, F. (2018). *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera Dv San Martín – Lonya Grande, Amazonas 2018* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25951>
- Donaires-Rodríguez, L.-E., & Santillan Huivin, C. J. (2023). *Análisis del comportamiento de la subrasante con la madera shungo para el tramo Chachapoyas – Tingo, Chachapoyas, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/11537/33099>
- Galarza-Alvarez, J. P. (2022). *Aplicación de ceniza orgánica en la estabilización de subrasantes arcillosas* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/4403>
- Goicochea-Posito, D. (2019). *Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con la aplicación de enzimas orgánicas, Chachapoyas, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1799>
- Goñas Labajos, O., & Saldaña Núñez, J. H. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. *Revista de Investigación Científica*

- UNTRM: *Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(1), 2520-0356.
doi:<https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.589>
- Goñas-Labajos, O. (2019). *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/1801>
- Hernández-García, A., & Herrera-Vargas, M. (2019). *Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café* [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Archivo digital. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/521/
- Hurtado-Flores, E. W. (2020). *Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicamecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha- Andaymayo, Ancash 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
- Julca-Tarazona, P. F. (2020). *Análisis de suelos arcillosos con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, camino vecinal Áncash, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72720>
- Licuy-Ordóñez, C., & Román-Solórzano, K. (2020). *Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10, 20 y 30% en peso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Archivo digital. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20630>
- Lisbet Olano, P., Marín Bardales, N. H., & Benites Chero, J. C. (2021). incremento del valor de soporte del suelo adicionado eco estabilizante a partir de cenizas cascarilla de café arábica. *Sociedad colombiana de la ciencia del suelo*, 1(51), 68-76. doi:[https://doi.org/10.47864/SE\(51\)2021p68-76_127](https://doi.org/10.47864/SE(51)2021p68-76_127)
- Mas-Sandoval, J. L. (2021). *Estabilización de la subrasante con ceniza de cáscara de arroz, y aditivo terrasil en la carretera cashac – cuelcacha, quinjalca Chachapoyas 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83361>
- Mendoza-Peralta, P. (2021). *Estabilización de subrasante con cenizas de cáscara de arroz y madera para la vía Pueblo Libre-La Libertad, Amazonas, 2021* [Tesis de pregrado,

- Univerdidad César Vallejo]. Archivo digital.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/85037>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2014). *Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Montalico-Maquera, D. J. (2022). *Estabilización de suelos de la subrasante con adición de cenizas de tusa de maíz en la carretera Conduriri - Mazocruz, Puno-2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/101656>
- Olano-Pérez, P. L. (2021). *Estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación decenizas cascarilla café arábica, carretera Guineas a Mañumalkm.0+000 al km.7+500, Utcubamba* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74141>
- Ortegon-Ramirez, C., Peralta-Zarrate, J., & Cobos-Molina, M. (2019). *Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Archivo digital.
<http://hdl.handle.net/20.500.12494/14966>
- Pezo-Murayari, A. (2023). *Estabilización de subrasantes blandos con adición de cenizas de tusa del maíz en Villa Lagunas, distrito de Lagunas-región Loreto -2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/110249>

AGRADECIMIENTO

A mi Asesor Ing. Marco Antonio Martínez Serrano por el acompañamiento en la elaboración de este proyecto de investigación.

A mi mentor Bruno Villegas de Escuela Con Confianza por ayudarme a abordar y enfrentar la fluidez de mi habla.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la vida y la fortaleza para continuar con mis estudios

A mi Madre Velermina Guevara Villanueva, por brindarme la educación a lo largo de mi vida y permitirme formarme como profesional y sobre todo como ser humano.

A mi esposa Jenny Paola Contreras De Los Heros, por impulsarme a no rendirme y ser mi apoyo constante en las metas que me he propuesto.

ANEXOS

Anexo 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Unidad	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
Variable dependiente: Propiedades del suelo	La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de sus características, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento (MTC, 2014).	Propiedades físicas y mecánicas	Contenido de humedad	%	Observación	Guía de observación (MTC E 108)
			Granulometría	%	Observación	Guía de observación (MTC E 107)
			Límite líquido	%	Observación	Guía de observación (MTC E 110)
			Límite plástico	-	Observación	Guía de observación (MTC E 111)
			Índice de plasticidad	-	Observación	Guía de observación (MTC E 111)
			Máxima densidad seca	g/cm ³	Observación	Guía de observación (MTC E 115)
			Óptimo contenido de humedad	%	Observación	Guía de observación (MTC E 115)
			CBR	%	Observación	Guía de observación (MTC E 132)
Variable independiente: Ceniza de tusa de maíz	Se define como ceniza de tusa de maíz a la que se adquiere de la quema de este producto (Díaz, 2018).	Porcentajes de adición de ceniza	Peso al 2%	gr	Observación	Guía de observación
			Peso al 4%	gr	Observación	Guía de observación
			Peso al 6%	gr	Observación	Guía de observación

Anexo 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
“Propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera el Salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023”	La vía presenta muchas deficiencias a causa de que, el suelo presenta plasticidad alta, en temporadas de lluvias, genera como consecuencia que se torne intransitable y limite al transporte de productos cultivados hacia los mercados más cercanos.	La ceniza de tusa de maíz mejora en un 10% las propiedades del suelo de subrasante en la carretera El Salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023.	Evaluar las propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera El Salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023.	Según su finalidad: Básica Según su enfoque: Cuantitativa Diseño: Experimental	Técnica: La observación Instrumento: Guías de observación
	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	JUSTIFICACIÓN	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	ANÁLISIS DE DATOS Estadística descriptiva
	¿En qué porcentaje se mejoran las propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera El Salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023?	No existen estudios sobre la propuesta de mejoramiento del suelo de esta carretera, con materiales orgánicos y que se produzcan en parcelar agrícolas aledañas a esta vía, si bien es cierto existen estabilizadores de suelos conocidos y establecidos por las normas peruanas	<p>a) Identificar las principales propiedades físicas y mecánicas del suelo a nivel de subrasante de la carretera El Salado – Angamos.</p> <p>b) Determinar la influencia sobre las propiedades del suelo de subrasante con la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.</p> <p>c) Evaluar la influencia sobre la capacidad de soporte CBR del suelo de subrasante con la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz.</p> <p>d) Establecer el costo de la adición de 2%, 4% y 6% de ceniza de tusa de maíz al suelo de subrasante de la carretera El Salado – Angamos.</p>	<p>Dependiente: Propiedades del suelo</p> <p>Independiente Ceniza de tusa de maíz</p>	<p>POBLACIÓN Y MUESTRA</p> <p>Población: El suelo de los 6km de carretera que une los poblados de El Salado con Angamos</p> <p>Muestra: El suelo de seis calicatas, las cuales serán elaboradas cada kilómetro y con una profundidad de 1.50m como mínimo</p>

Anexo 3. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera el saludo – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023”

TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTOS:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

N°	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	Claridad: Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible			X		
2	Objetividad: Permite medir hechos observables				X	
3	Actualidad: Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				X	
4	Organización: Presentación ordenada			X		
5	Suficiencia: Comprende los aspectos en cantidad y claridad				X	
6	Pertinencia: Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos				X	
7	Consistencia: Permite conseguir datos basados en modelos teóricos				X	
8	Coherencia: Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems				X	
9	Metodología: La estrategia responde al propósito de la investigación				X	
10	Aplicación: Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente					X

Muchas gracias por su respuesta.

Octubre 2023



Jonathan Smith Fernandez Correa
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 244336

.....
Firma del Juez Experto

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera el salado – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023”

TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTOS:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: Muy Bueno

Nº	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	Claridad: Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible			X		
2	Objetividad: Permite medir hechos observables			X		
3	Actualidad: Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			X		
4	Organización: Presentación ordenada			X		
5	Suficiencia: Comprende los aspectos en cantidad y claridad			X		
6	Pertinencia: Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos				X	
7	Consistencia: Permite conseguir datos basados en modelos teóricos				X	
8	Coherencia: Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems				X	
9	Metodología: La estrategia responde al propósito de la investigación				X	
10	Aplicación: Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente			X		

Muchas gracias por su respuesta.

Octubre 2023

.....
Firma del Juez Experto

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera el saludo – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023”

TÉCNICA: JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que usted brinde es personal y sincera.
2. Marque con un aspa “X” dentro del Cuadro de Valoración, solo una vez por cada criterio, el que usted considere su opinión sobre el cuestionario.

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

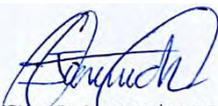
4: Bueno

5: Muy Bueno

N°	CRITERIOS	VALORES				
		1	2	3	4	5
1	Claridad: Esta formulado con el lenguaje apropiado y comprensible			x		
2	Objetividad: Permite medir hechos observables					x
3	Actualidad: Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			x		
4	Organización: Presentación ordenada			x		
5	Suficiencia: Comprende los aspectos en cantidad y claridad				x	
6	Pertinencia: Permite conseguir datos de acuerdo a objetivos				x	
7	Consistencia: Permite conseguir datos basados en modelos teóricos			x		
8	Coherencia: Hay coherencia entre las variables, indicadores e ítems			x		
9	Metodología: La estrategia responde al propósito de la investigación				x	
10	Aplicación: Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente				x	

Muchas gracias por su respuesta.

Octubre 2023



ROSMEN JOEL CHINCHAY JULCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 243337

.....
Firma del Juez Experto

RESULTADO DE LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (JUICIO DE EXPERTOS)

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Propiedades del suelo de subrasante adicionando ceniza de tusa de maíz en la carretera el saludo – Angamos, Jamalca, Amazonas, 2023”

INVESTIGADOR:

Bach. Jhordy Armando Cabrejos Guevara

El presente instrumento fue puesto a consideración de tres expertos, todos ellos profesionales temáticos con amplia experiencia, según se detalla a continuación:

Nº	JUECES EXPERTOS
1	Ing. Jonathan Smith Fernández Correa
2	Mg. Juan Alberto Contreras Moreto
3	Ing. Rosmen Joel Chinchay Julca

CRITERIOS	JUECES			TOTAL
	J1	J2	J3	
Claridad	3	3	3	9
Objetividad	4	3	5	12
Actualidad	3	3	3	9
Organización	3	3	3	9
Suficiencia	4	3	4	11
Pertinencia	4	4	4	12
Consistencia	3	4	3	10
Coherencia	3	4	3	10
Metodología	4	4	4	12
Aplicación	5	3	4	12
Total de opinión	36	34	36	106

Total, Máximo = (Nº de criterios) x (Nº de jueces) x (Puntaje máximo de Respuestas)

Total, Máximo = 10*3*5 = 150

Cálculo del coeficiente de validez:

$$\text{Validez} = \frac{\text{total de opinión}}{\text{total Máximo}}$$

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
1,00	Validez Perfecta

Validez = 106/150 = 0.71

Conclusión:

El coeficiente de validez es de 0.71, lo que lo califica como muy válida por lo tanto si se puede aplicar los instrumentos



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO :
SOLICITANTE :
UBICACIÓN :
FECHA :
ENSAYO :

SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg													
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa	Límite líquido (LL) (%)													
3"	75.000			Límite Plástico (LP) (%)													
2"	50.000			Índice Plástico (IP) (%)													
1 1/2"	37.500			<div style="text-align: center;"> <p>CURVA DE FLUIDEZ</p> <p>25</p> </div>													
1"	25.000																
3/4"	19.000																
1/2"	12.500																
3/8"	9.500																
1/4"	6.300																
Nº 4	4.750																
Nº 10	2.000																
Nº 20	0.850																
Nº 40	0.425																
Nº 60	0.250																
Nº 140	0.106																
Nº 200	0.075																
Distribución granulométrica						Clasificación (S.U.C.S.) Descripción del suelo											
% Grava	G.G. %					Arcilla de baja plasticidad con arena Clasificación (AASHTO) Descripción											
	G.F. %																
% Arena	A.G. %																
	A.M. %																
	A.F. %																
Contenido de Humedad (%)																	
CURVA GRANULOMETRICA																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">Grava</th> <th colspan="3">Arena</th> <th>Arcilla y Limos</th> </tr> <tr> <td>Gruesa</td> <td>Fina</td> <td>Gruesa</td> <td>Media</td> <td>Fina</td> <td></td> </tr> </table>						Grava		Arena			Arcilla y Limos	Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	
Grava		Arena			Arcilla y Limos												
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina													

Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cofamarcá
 941915761 / 949327495
fmengineering@gmail.com
 Nº00146584 / Nº00146585
 Iso 9001:2015

Jonathan Smith Fernandez Carrero
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 244336

Juan Alberto Contreras Mores
INGENIERO CIVIL
CIP. 169290

ROSMERY DEL CHUNCHAY JULCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 243337

 <p>FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción</p>	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Tesis:		
Tesista:		

CERTIFICADO DE ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	CAPA:	UBICACIÓN:
-----------------	--------------	-------------------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³				
Peso de molde	g				
Peso de la muestra compactada + molde	g				
Peso del envase + suelo humedado	g				
Peso del envase + suelo seco	g				
Nº de envase	.				
Peso del envase	g				

CÁLCULOS					
Densidad humeda (1.6-1.5)/1.4	g/cm ³				
Peso de agua (1.7-1.8)	g				
Peso de suelo seco (1.8-1.10)	g				
Contenido de humedad (2.2-2.3)*100	%				
Densidad seca (2.1)/(100+2.4)*100	g/cm ³				



RESULTADOS

M.D.S (g/cm³)

O.C.H (%)

Observaciones:


Jonathan Smith Peralta Cortes
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 244336

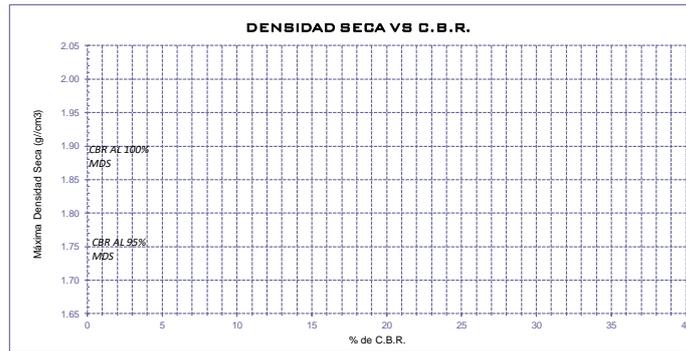
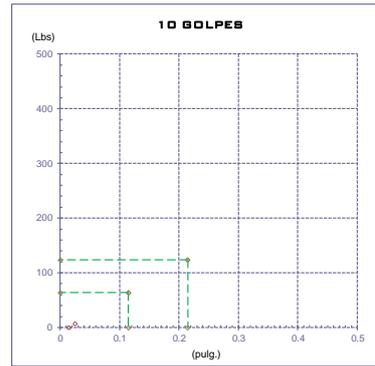
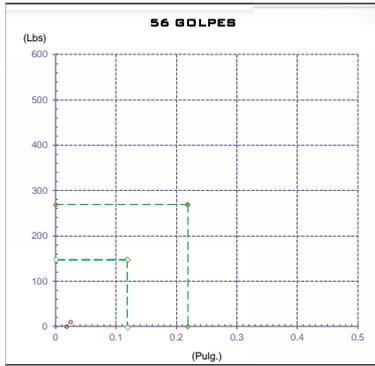

Juan Alberto Cárdenas Moreno
INGENIERO CIVIL
CIP. 109994


ROSMERIEL CHINCHAY JULCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 243337

**CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR**

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	
Máxima densidad seca (g/cm ³)	
95% MDS (g/cm ³)	

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	
CBR al 95% de MDS (%)	
CBR al 100%: 0.2"	
CBR al 95% de MDS (%)	



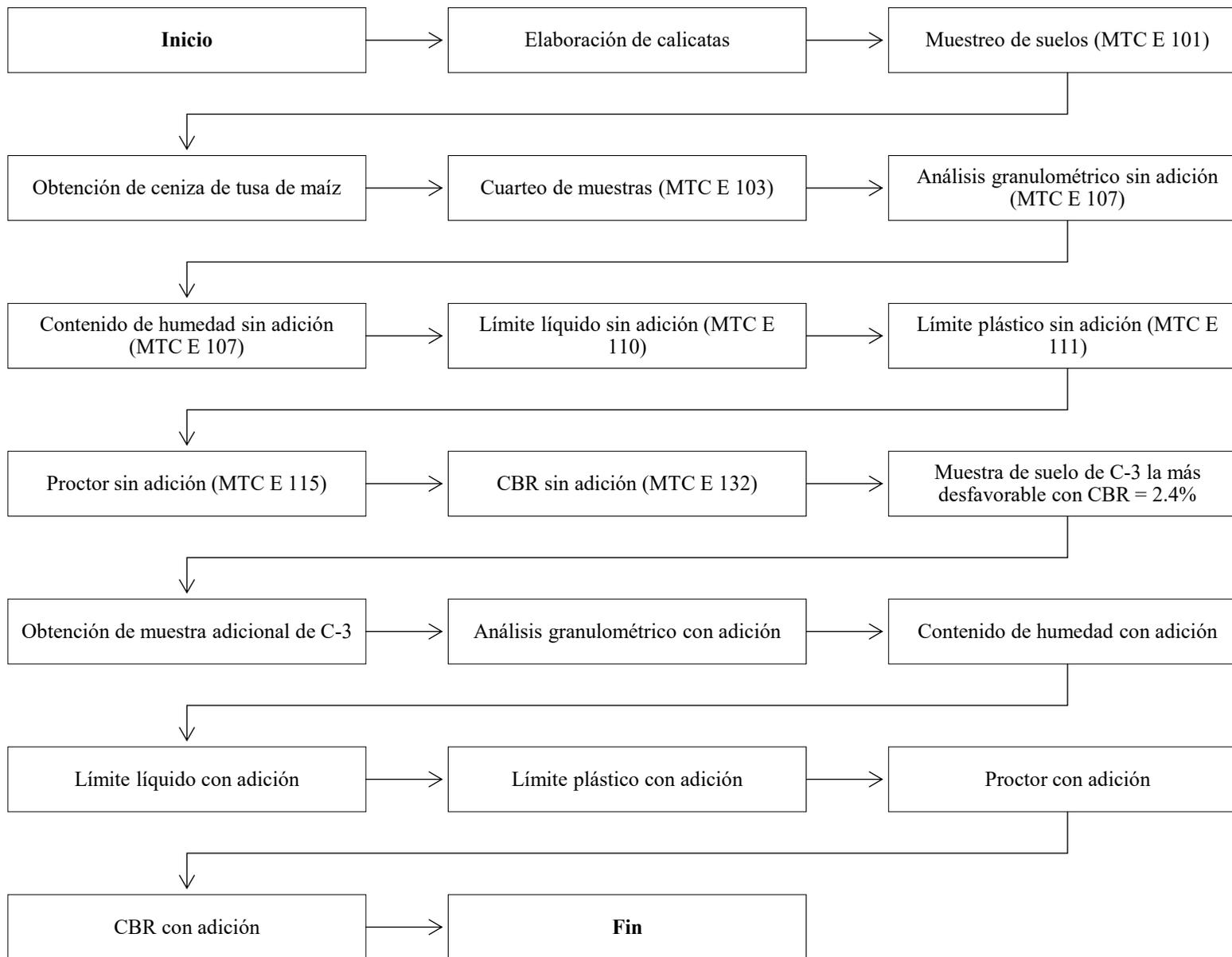
Observaciones:

[Signature]
Jonathan Smith Fernandez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 244336

[Signature]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 19994

[Signature]
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 244337

Anexo 4. FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Anexo 5. SOLICITUD Y AUTORIZACIÓN DE EJECUCIÓN DE TESIS

SOLICITO: AUTORIZACIÓN PARA ELABORACIÓN DE CALICATAS EN LA CARRETERA EL SALADO – ANGAMOS, PARA FINES ACADÉMICOS (TESIS DE PREGRADO)

Sr: *NANCY DEL CARMEN MORI LLACTA*

TENIENTE GOBERNADOR DEL CASERÍO EL SALADO

Yo, **Jhordy Armando Cabrejos Guevara**, identificado con DNI N° 70899866, bachiller en ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que encontrándome desarrollando mi tesis titulada: **“PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUSA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALADO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023”**, debidamente aprobada por vicepresidencia de investigación, en la que se ha planteado realizar entre una de sus actividades en campo, la elaboración de calicatas para el muestreo de suelos y realizar su estudio en laboratorio, para lo que acudo a su despacho para solicitar la autorización respectiva y poder iniciar con estas actividades, de esta forma poder continuar con el desarrollo de mi investigación.

A la espera de una favorable respuesta, le saludo atentamente

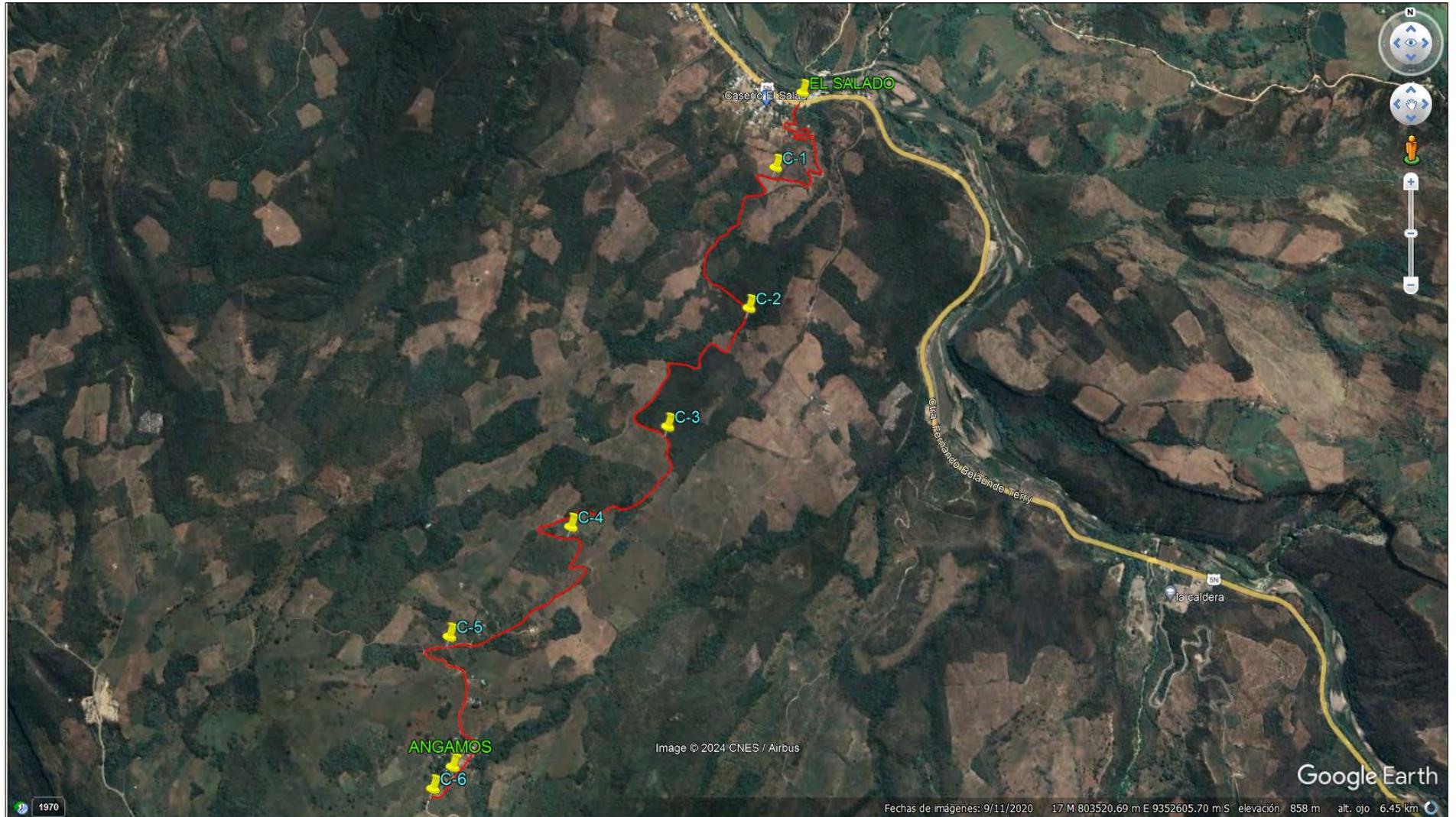
Jaén, 20 de noviembre del 2023.

Nancy Mori
NANCY DEL CARMEN MORI LLACTA
TENIENTE GOBERNADOR
CAS. EL SALAO - DIST. JAMALCA
PROV. UTCUBAMBA - REG. AMAZONAS
DIRECCION GENERAL DE GOBIERNO INTERIOR

CELULAR: 989676854
DNI.: 08009599

Jhordy Armando Cabrejos Guevara
Jhordy Armando Cabrejos Guevara
DNI: 70899866

**Anexo 6. UBICACIÓN DE CALICATAS EN LA CARRETERA EL SALADO -
ANGAMOS**



**Anexo 7. CERTIFICADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DEL SUELO SIN ADICIÓN**



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 22/12/2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

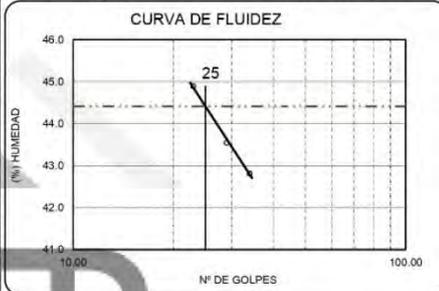
CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-01

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa		
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	44.41 (%)
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	19.61 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	24.80 (%)
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.7	99.3		
3/8"	9.500	1.4	98.6		
1/4"	6.300	2.1	97.9		
Nº 4	4.750	2.9	97.1		
Nº 10	2.000	5.2	94.8		
Nº 20	0.850	7.4	92.6		
Nº 40	0.425	11.2	88.8		
Nº 60	0.250	14.3	85.7		
Nº 140	0.106	19.0	81.0		
Nº 200	0.075	24.7	75.3		
Distribución granulométrica					
% Grava	G.G. %	0.0			
	G. F %	2.9	2.9		
% Arena	A.G %	2.3			
	A.M %	6.0	21.8		
	A.F %	13.5			
% Arcilla y Limo		75.3	75.3		
Total			100.0		
Contenido de Humedad (%)				20.19	
				MALO	
CURVA GRANULOMETRICA					
Grava		Arena		Arcilla y Limos	
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	
3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	
		1/2"	3/8"	1/4"	
		Nº 4	Nº 10	Nº 20	
		Nº 40	Nº 60	Nº 140	Nº 200



Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

[Signature]
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 22/12/2023

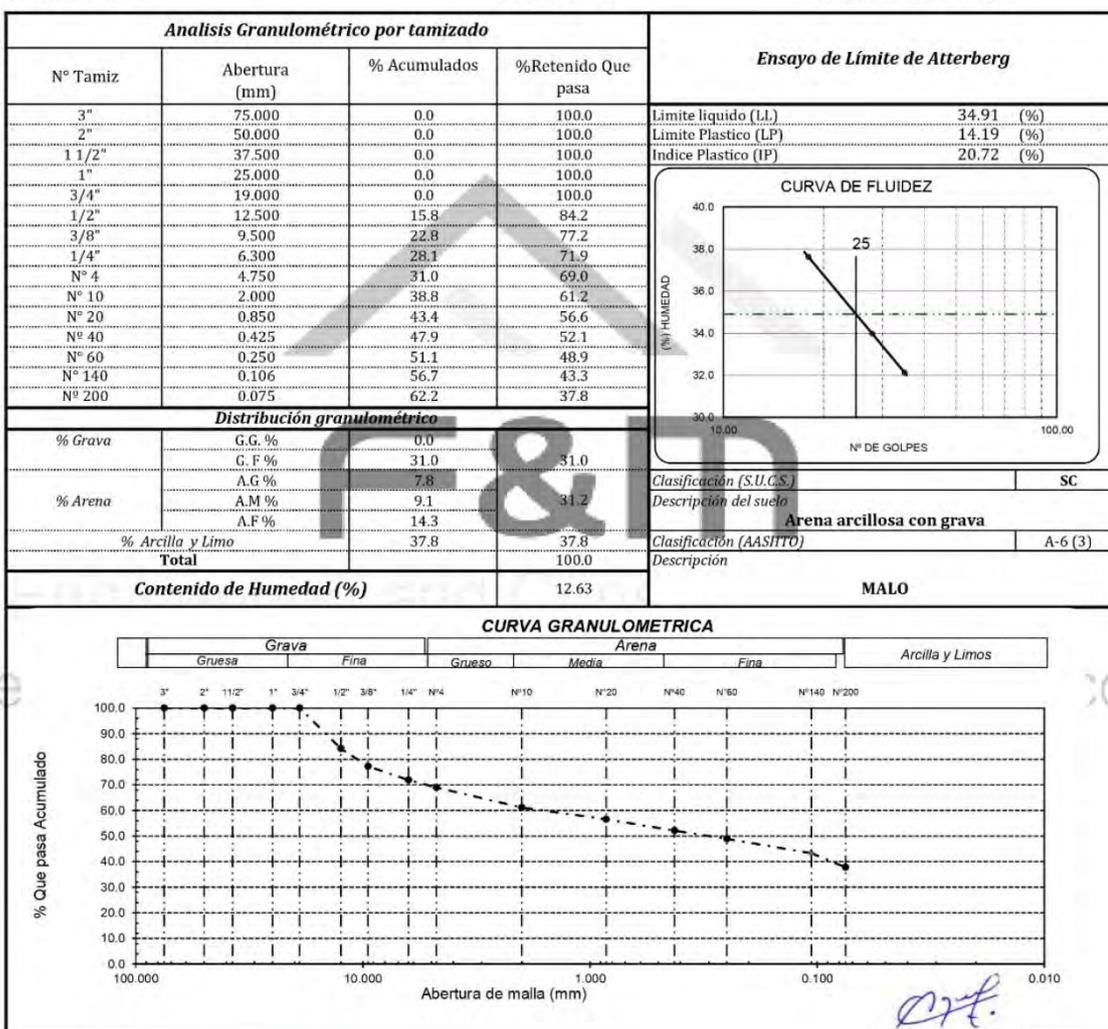
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-02

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m



Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

M. H.
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495



fmengineering@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 22/12/2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-03

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa				
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (L.L.)	43.07 (%)		
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	21.45 (%)		
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	21.62 (%)		
1"	25.000	0.0	100.0				
3/4"	19.000	0.0	100.0				
1/2"	12.500	0.0	100.0				
3/8"	9.500	0.0	100.0				
1/4"	6.300	0.5	99.5				
Nº 4	4.750	0.7	99.3				
Nº 10	2.000	1.4	98.6				
Nº 20	0.850	3.5	96.5				
Nº 40	0.425	9.4	90.6				
Nº 60	0.250	14.5	85.5				
Nº 140	0.106	23.0	77.0				
Nº 200	0.075	29.5	70.5				
Distribución granulométrica						Clasificación [S.U.C.S.]	
% Grava	G.G. %	0.0				CL	
	G. F. %	0.7	0.7			Arcilla de baja plasticidad con arena Descripción del suelo	
% Arena	A.G. %	0.7	28.8				
	A.M. %	8.0					
	A.F. %	20.1		Clasificación (AASHTO) A-7-6 (12) Descripción			
% Arcilla y Limo				70.5			
Total				100.0			
Contenido de Humedad (%)				8.47			
Malos							
CURVA GRANULOMETRICA							
Grava		Arena		Arcilla y Limos			
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina			
3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"		
3/8"	1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40		
Nº 60	Nº 140	Nº 200					

Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152385



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca

941915761
949327495



fmengineeringuc@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585

ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 22/12/2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-04

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg		
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa			
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	35.35 (%)	
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	14.20 (%)	
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	21.15 (%)	
1"	25.000	0.0	100.0			
3/4"	19.000	0.0	100.0			
1/2"	12.500	1.2	98.8			
3/8"	9.500	1.2	98.8			
1/4"	6.300	1.6	98.4			
Nº 4	4.750	1.8	98.2			
Nº 10	2.000	3.5	96.5			
Nº 20	0.850	7.2	92.8			
Nº 40	0.425	14.5	85.5			
Nº 60	0.250	20.3	79.7			
Nº 140	0.106	29.1	70.9			
Nº 200	0.075	37.3	62.7			
Distribución granulométrica				CURVA DE FLUIDEZ		
% Grava	G.G. %	0.0				
	C.F. %	1.8	1.8			
	A.G. %	1.7				
% Arena	A.M. %	11.0	35.5	Clasificación (S.U.C.S.)		
	A.F. %	22.8		Descripción del suelo		
% Arcilla y Limo		62.7	62.7	Arcilla arenosa de baja plasticidad		
Total			100.0	Clasificación (AASHTO)		
Contenido de Humedad (%)				Descripción		
20.66				MALO		
CURVA GRANULOMETRICA						
Grava		Arena			Arcilla y Limos	
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina		
3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"
		1/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 20	Nº 40
				Nº 60	Nº 140	Nº 200

Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495



fmengineering@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 22/12/2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-05

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg		
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa			
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	36.40 (%)	
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	19.02 (%)	
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	17.38 (%)	
1"	25.000	0.0	100.0			
3/4"	19.000	0.0	100.0			
1/2"	12.500	3.2	96.8			
3/8"	9.500	4.9	95.1			
1/4"	6.300	6.3	93.7			
Nº 4	4.750	7.4	92.6			
Nº 10	2.000	10.0	90.0			
Nº 20	0.850	13.0	87.0			
Nº 40	0.425	18.7	81.3			
Nº 60	0.250	24.0	76.0			
Nº 140	0.106	31.4	68.6			
Nº 200	0.075	38.7	61.3			
Distribución granulométrica						
% Grava	G.G. %	0.0				
	G.F. %	7.4	7.4			
	A.G. %	2.6				
% Arena	A.M. %	8.7	31.3			
	A.F. %	20.0				
% Arcilla y Limo		61.3	61.3	Clasificación (S.U.C.S.)	CL	
Total			100.0	Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad	
Contenido de Humedad (%)			13.38	Clasificación (AASHTO)	A-6 (B)	
				Descripción	MALO	

Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca

941915761
949327495



fmengineering@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 22/12/2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

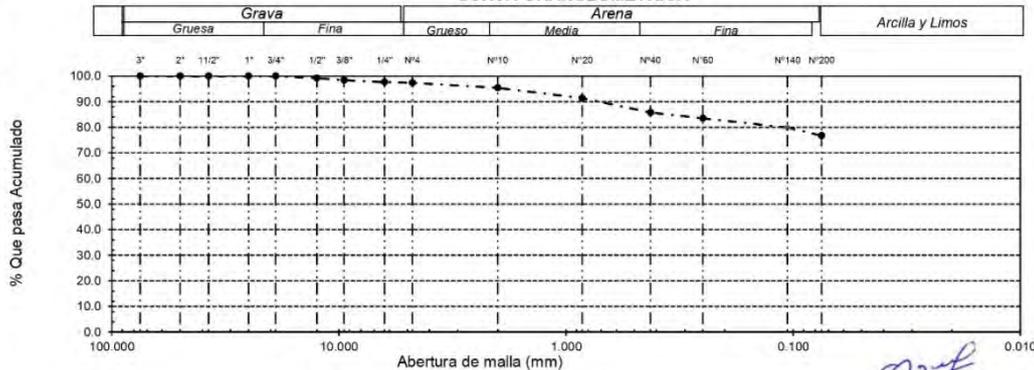
Calicata: C-06

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa		
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	44.50 (%)
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	28.84 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	15.66 (%)
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.8	99.2		
3/8"	9.500	1.6	98.4		
1/4"	6.300	2.3	97.7		
Nº 4	4.750	2.6	97.4		
Nº 10	2.000	4.6	95.4		
Nº 20	0.850	8.6	91.4		
Nº 40	0.425	14.2	85.8		
Nº 60	0.250	16.5	83.5		
Nº 140	0.106	20.1	79.9		
Nº 200	0.075	23.3	76.7		
Distribución granulométrica					
% Grava	G.G. %	0.0			
	G.F. %	2.6	2.6		
	A.G. %	2.0			
% Arena	A.M. %	9.6	20.7		
	A.F. %	9.1			
% Arcilla y Limo		76.7	76.7	Clasificación (S.U.C.S.)	ML
Total			100.0	Descripción del suelo	Limo de baja plasticidad con arena
Contenido de Humedad (%)			8.54	Clasificación (AASHTO)	A-7-6 (11)
				Descripción	MALO

CURVA GRANULOMETRICA



Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495



fmengcecringsac@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

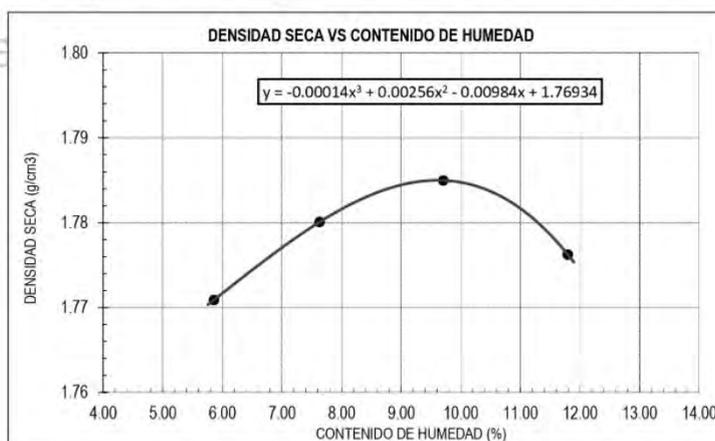
Fecha: 10/01/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	PROGRESIVA:	1+000
----------	-----	-------	-----	-------------	-------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	945.24	945.24	945.24	945.24
Peso de molde	g	4413	4413	4413	4413
Peso de la muestra compactada + molde	g	6185	6224	6264	6290
Peso del envase + suelo humedo	g	76.82	77.54	95.07	102.30
Peso del envase + suelo seco	g	73.26	72.93	87.77	92.94
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12.50	12.52	12.56	13.58

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1.875	1.916	1.958	1.986
Peso del agua	g	3.6	4.6	7.3	9.4
Peso de suelo seco	g	60.76	60.4	75.21	79.36
Contenido de humedad	%	5.9	7.6	9.7	11.8
Densidad seca	g/cm ³	1.77	1.78	1.78	1.78



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)	1.79
O.C.H (%)	9.80

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energia modificada, 2700kn-m/m³.

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495

fmengineering@gmail.com

Indecopi N°00146584
N°00146585
 ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 15/01/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	PROGRESIVA:	1+000		
1. Datos:							
1.1 N° de molde	-	1	2	3			
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.21	15.24	15.25			
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.65	11.64	11.61			
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8013	8250	8450			
1.5 N° de capas	-	5	5	5			
1.6 N° de golpes por capa	-	56	25	10			
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada		
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	12728	12879	12550	12610	12310	12410
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	12.69	12.70	12.12	12.13	13.63	12.81
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	83.19	102.74	99.60	107.27	82.56	100.09
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	76.45	90.72	91.62	93.64	76.24	86.61
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	6.74	12.02	7.98	13.63	6.32	13.48
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	63.76	78.02	79.50	81.51	62.61	73.80
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	10.57	15.41	10.04	16.72	10.09	18.27
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.16	28.27	28.31			
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2116.77	2123.31	2120.61			
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4715	4866	4300	4360	3860	3960
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2.227	2.299	2.025	2.053	1.820	1.867
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	2.014	1.992	1.840	1.759	1.653	1.579

EXPANSION		MOLDE		1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL (pulg)	Expansión (mm)		DIAL (pulg)	Expansión (mm)		DIAL (pulg)	Expansión (mm)		
11-Ene	06:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-	
12-Ene	06:00:00 p. m.	24	0.034	1.040	0.893%	0.054	1.290	1.108%	0.083	1.540	1.326%	
13-Ene	06:00:00 p. m.	48	0.040	1.065	0.914%	0.061	1.315	1.130%	0.090	1.565	1.348%	
14-Ene	06:00:00 p. m.	72	0.048	1.073	0.921%	0.066	1.323	1.137%	0.097	1.573	1.355%	
15-Ene	06:00:00 p. m.	96	0.049	1.091	0.936%	0.068	1.341	1.152%	0.098	1.591	1.370%	

PENETRACION		MOLDE		1					2					3				
PENETRACION		CARGA ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA					
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			
0.025	0.64		6.90	15.21	5.07			6.21	14.90	4.97			4.97	10.95	3.65			
0.050	1.27		21.80	48.06	16.02			19.62	21.50	7.17			15.70	34.60	11.53			
0.075	1.91		33.40	73.63	24.54			30.06	28.20	9.40			24.05	53.02	17.67			
0.100	2.54	1000	45.60	100.53	33.51	29.47	2.95	41.04	90.48	30.16	25.66	2.57	32.83	72.38	24.13	21.22	2.12	
0.125	3.18		46.50	102.51	34.17			41.85	92.26	30.75			33.48	73.81	24.60			
0.150	3.81		50.50	111.33	37.11			45.45	100.20	33.40			36.36	80.16	26.72			
0.175	4.45		56.60	124.78	41.59			50.94	112.30	37.43			40.75	89.84	29.95			
0.200	5.08	1500	65.20	143.74	47.91	47.07	3.14	58.68	129.37	43.12	42.53	2.84	46.94	103.49	34.50	33.90	2.26	
0.300	7.62		75.90	167.33	55.78			68.31	150.60	50.20			54.65	120.48	40.16			
0.400	10.16		86.80	191.36	63.79			78.12	172.22	57.41			62.50	137.78	45.93			
0.500	12.70		92.90	204.81	68.27			83.61	184.33	61.44			66.89	147.46	49.15			

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca | 941915761 | 949327495 | lmengineeringnac@gmail.com | Indecopi N°00146584 N°00146585 | ISO 9001:2015



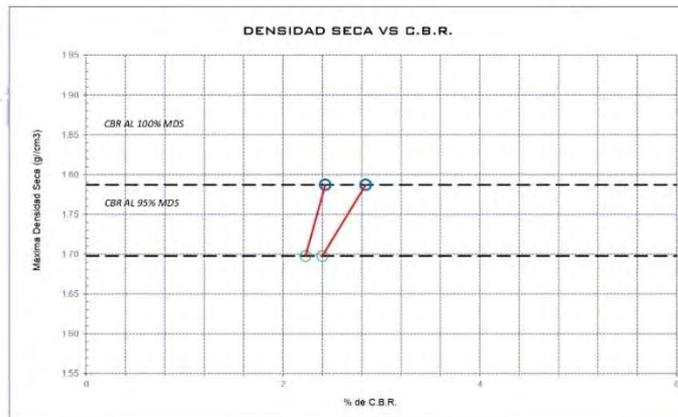
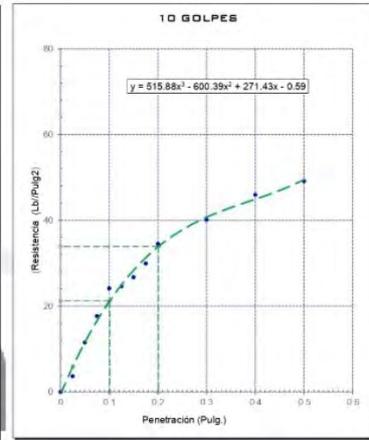
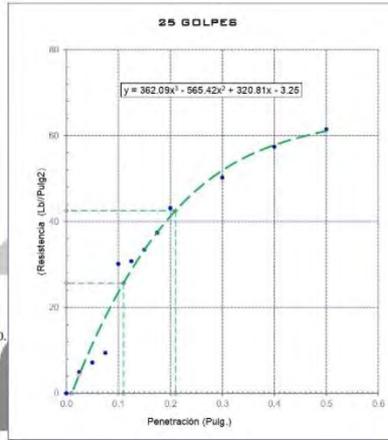
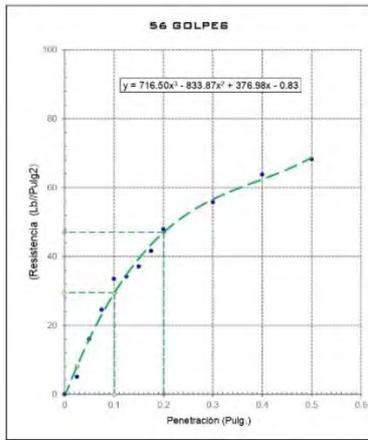
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	9.80
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.79
95% MDS (g/cm ³)	1.70

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	2.43
CBR al 95% de MDS (%)	2.23
CBR al 100%: 0.2"	2.84
CBR al 95% de MDS (%)	2.40



Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINÉYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C.Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cuzamarca
 941915761 / 949327495
fmengineering@gmail.com
 N°00146584 / N°00146585
 Iso 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

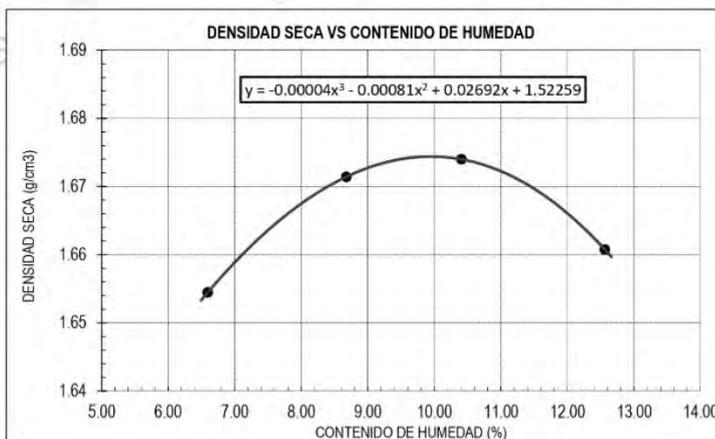
Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 11/01/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-6	CAPA:	M-1	PROGRESIVA:	2+500
-----------------	-----	--------------	-----	--------------------	-------

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	945.24	945.24	945.24	945.24
Peso de molde	g	4413	4413	4413	4413
Peso de la muestra compactada + molde	g	6080	6130	6160	6180
Peso del envase + suelo humedo	g	84.44	85.16	102.69	109.92
Peso del envase + suelo seco	g	79.98	79.35	94.19	99.16
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	12.35	12.40	12.52	13.50

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1.764	1.816	1.848	1.869
Peso del agua	g	4.5	5.8	8.5	10.8
Peso de suelo seco	g	67.63	67.0	81.67	85.66
Contenido de humedad	%	6.6	8.7	10.4	12.6
Densidad seca	g/cm ³	1.65	1.67	1.67	1.66



RESULTADOS

M.D.S (g/cm³)

1.67

O.C.H (%)

9.68

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/3.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C.Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495



Imengineeringnac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



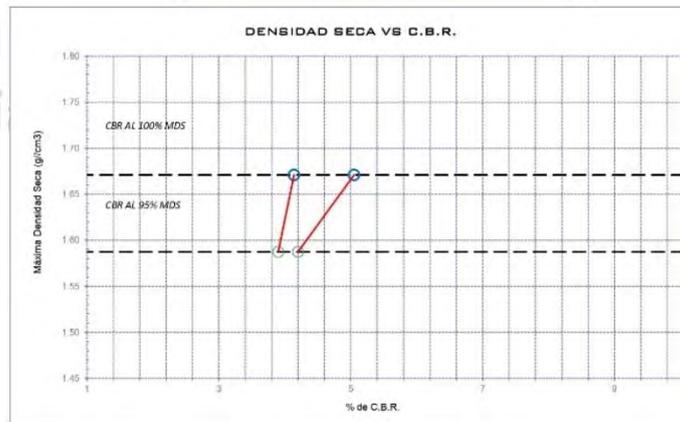
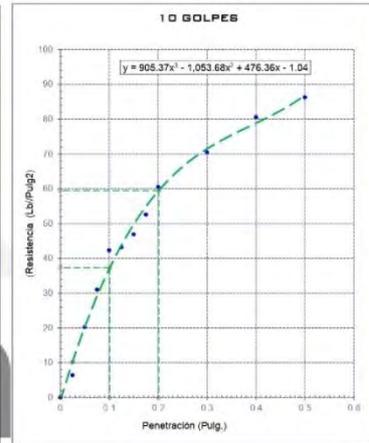
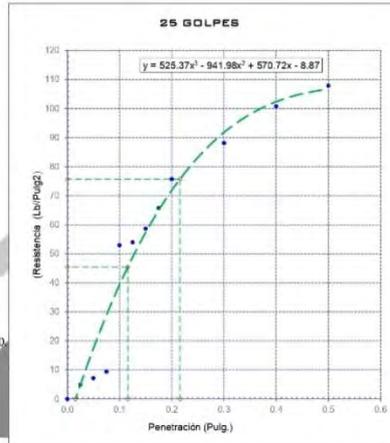
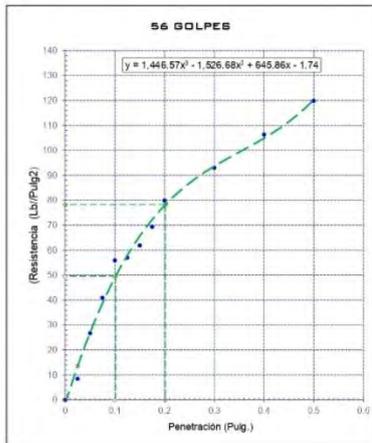
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	9.68
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.67
95% MDS (g/cm ³)	1.59

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	4.14
CBR al 95% de MDS (%)	3.90
CBR al 100%: 0.2"	5.05
CBR al 95% de MDS (%)	4.20



Observaciones:
- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca
 941915761 / 949327495
lmengineeringnac@gmail.com
 Indecopi N°00146584 / N°00146585
 Iso 9001:2015

Anexo 8. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS DEL SUELO



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

Solicitante : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

Lugar : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

Fecha de excavación : 16/12/2023 C - 1

Fecha de muestreo : 16/12/2023 Nivel Freatico: No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACION: C-01

CALICATA:	C-01	UBICACIÓN:	Carretera El Salao-Angamos
------------------	------	-------------------	----------------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	1.50m		CL	20.19%	44.41%	19.61%	24.80%	Profundidad de 0.00 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "CL", Arcilla de baja plasticidad con arena, identificado en el sistema AASTHO, como A-7-6 (15), suelos de color marrón, suelo suelto, con un contenido de humedad natural intermedio y un índice de plasticidad alto.
0.2								
0.3								
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca	941915761 949327495	fmengineeringsac@gmail.com	N°00146584 N°00146585	Iso 9001:2015
---	------------------------	--	--------------------------	---------------



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

Solicitante : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

Lugar : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

Fecha de excavación : 16/12/2023 C - 2

Fecha de muestreo : 16/12/2023 Nivel Freatico: No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACION: C-02

CALICATA:	C-02	UBICACIÓN:	Carretera El Salao-Angamos
------------------	------	-------------------	----------------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	1.50m		SC	12.63%	34.91%	14.19%	20.72%	Profundidad de 0.00 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "SC", Arena arcillosa con grava, identificado en el sistema AASTHO, como A-6 (3), suelos de de color marrón claro con presencia de grava, suelo semi compacto, con un contenido de humedad natural medio y un índice de plasticidad alto.
0.2								
0.3								
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

MINAYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca	941915761 949327495	fmengineeringsac@gmail.com	N°00146584 N°00146585	Iso 9001:2015
---	------------------------	--	--------------------------	---------------



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

Solicitante : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

Lugar : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

Fecha de excavación : 16/12/2023 C - 3

Fecha de muestreo : 16/12/2023 Nivel Freatico: No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACION: C-03

CALICATA:	C-03	UBICACIÓN:	Carretera El Salao-Angamos
------------------	------	-------------------	----------------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	1.50m		CL	8.47%	43.07%	21.45%	21.62%	Profundidad de 0.00 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "CL", Arcilla de baja plasticidad con arena, identificado en el sistema AASTHO, como A-7-6 (12), suelos de color negro, suelo semi compacto, con un contenido de humedad natural medio y un índice de plasticidad alto.
0.2								
0.3								
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca	941915761 949327495	fmengineering@gmail.com	N°00146584 N°00146585	Iso 9001:2015
---	------------------------	--	--------------------------	---------------



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

Solicitante : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

Lugar : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

Fecha de excavación : 16/12/2023 C - 4

Fecha de muestreo : 16/12/2023 Nivel Freatico: No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACION: C-04

CALICATA:	C-04	UBICACIÓN:	Carretera El Salao-Angamos
------------------	------	-------------------	----------------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	1.50m		CL	20.66%	35.35%	14.20%	21.15%	Profundidad de 0.00 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo "CL", Arcilla arenosa de baja plasticidad, identificado en el sistema AASTHO, como A 6 (10), suelos de color marrón oscuro, suelo semi compacto, con un contenido de humedad natural medio y un índice de plasticidad alto.
0.2								
0.3								
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca	941915761 949327495	fmengineeringsac@gmail.com	N°00146584 N°00146585	Iso 9001:2015
---	------------------------	--	--------------------------	---------------



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

Solicitante : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

Lugar : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

Fecha de excavación : 16/12/2023 C - 5

Fecha de muestreo : 16/12/2023 Nivel Freatico: No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACION: C-05

CALICATA:	C-05	UBICACIÓN:	Carretera El Salao-Angamos
------------------	------	-------------------	----------------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	1.50m		CL	13.38%	36.40%	19.02%	17.38%	Profundidad de 0.00 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo "CL", Arcilla arenosa de baja plasticidad, identificado en el sistema AASTHO, como A 6 (8), suelos de color marrón claro, suelo semi compacto, con un contenido de humedad natural medio e índice de plasticidad medio.
0.2								
0.3								
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495



fmengineering@gmail.com



N°00146584
N°00146585



ISO 9001:2015



Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

Solicitante : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

Lugar : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

Fecha de excavación : 16/12/2023 C - 6

Fecha de muestreo : 16/12/2023 Nivel Freatico: No se encontro

CERTIFICADOS DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO
EXPLORACION: C-06

CALICATA:	C-06	UBICACIÓN:	Carretera El Salao-Angamos
------------------	------	-------------------	----------------------------

PROFUNDIDAD	ESTRATO	IDENTIFICACION	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP	Descripción visual (IN-SITU)
0.1	1.50m	E-01	ML	8.54%	44.50%	28.84%	15.66%	Profundidad de 0.00 - 1.50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo "ML", Limo de baja plasticidad con arena, identificado en el sistema AASTHO, como A-7-6 (11), suelos de color beige, suelo suelto, con un contenido de humedad natural medio e índice de plasticidad medio.
0.2								
0.3								
0.4								
0.5								
0.6								
0.7								
0.8								
0.9								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								

Observaciones:

M = Muestra
C = Calicata
S/M = Sin muestra

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca
 941915761 949327495
fmengineeringsac@gmail.com
 Indecopi N°00146584 N°00146585
 ISO 9001:2015

**Anexo 9. CERTIFICADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DEL SUELO CON ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ**



Ingeniería, Geotecnia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 03/02/2024

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-03+2% C. TUZA DE MAÍZ (R1)

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa				
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (L.L.)	45.26 (%)		
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	28.10 (%)		
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	17.16 (%)		
1"	25.000	0.0	100.0				
3/4"	19.000	0.0	100.0				
1/2"	12.500	0.0	100.0				
3/8"	9.500	0.0	100.0				
1/4"	6.300	0.1	99.9				
Nº 4	4.750	0.4	99.6				
Nº 10	2.000	1.1	98.9				
Nº 20	0.850	3.1	96.9				
Nº 40	0.425	8.3	91.7				
Nº 60	0.250	12.7	87.3				
Nº 140	0.106	18.3	81.7				
Nº 200	0.075	24.0	76.0				
Distribución granulométrica						Clasificación (S.U.C.S.) : CL Descripción del suelo : Arcilla de baja plasticidad con arena	
% Grava	G.G. %	0.0	0.4			Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (16)	
	G.F. %	0.4				Descripción : MALO	
% Arena	A.G. %	0.7					
	A.M. %	7.2	23.6				
	A.P. %	15.7					
% Arcilla y Limo		76.0	76.0				
Total		100.0	100.0				
Contenido de Humedad (%)			12.86				

Observación:

- Muestreo realizado, por el Solicitante.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



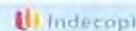
Calle Coricancha S/N Mz. C. Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengneerinasac@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585



ISO 9001:2015



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 03/02/2024

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-03+4% C. TUZA DE MAÍZ (R1)

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa		
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	46.13 (%)
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	31.99 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	14.14 (%)
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.0	100.0		
3/8"	9.500	0.0	100.0		
1/4"	6.300	0.2	99.8		
Nº 4	4.750	0.4	99.6		
Nº 10	2.000	1.1	98.9		
Nº 20	0.850	3.2	96.8		
Nº 40	0.425	9.7	90.3		
Nº 60	0.250	15.1	84.9		
Nº 140	0.106	24.0	76.0	Clasificación (S.U.C.S.) : CL Descripción del suelo : Arcilla arenosa de baja plasticidad	
Nº 200	0.075	33.0	67.0	Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (13) Descripción : MALO	
Distribución granulométrica					
% Grava	G.G. %	0.0			
	G. F. %	0.4	0.4		
% Arena	A.G. %	0.7	32.6		
	A.M. %	8.6			
	A.F. %	23.3			
% Arcilla y Limo			67.0		
Total			100.0		
Contenido de Humedad (%)			16.72		

Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

M.H.
MINYER HERNÁNDEZ AICA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761
949327495



fmenginecrinasac@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585
Iso 9001:2015



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JIORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 03/02/2024

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-03+6% C. TUZA DE MAÍZ (R1)

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa		
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	46.20 (%)
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	34.36 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	11.84 (%)
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.0	99.2		
3/8"	9.500	1.0	98.8		
1/4"	6.300	1.2	97.8		
N° 4	4.750	1.4	95.7		
N° 10	2.000	2.2	89.8		
N° 20	0.850	4.3	85.4		
N° 40	0.425	10.2	79.3		
N° 140	0.106	20.7	73.0		
N° 200	0.075	27.0	73.0		
Distribución granulométrica					
% Grava	G.G. %	0.0	1.4		
	G. F %	1.4	25.6		
% Arena	A.G %	0.8			
	A.M %	8.0			
	A.F %	16.8			
% Arcilla y Limo		73.0	73.0		
Total		100.0	100.0		
Contenido de Humedad (%)			16.97		

Observación:

- Muestreo realizado, por el Solicitante.

MINEVER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 153285



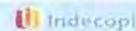
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761
949327495



ingenieros@fandm.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Ingenieros, Estructurales de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 03/02/2024

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

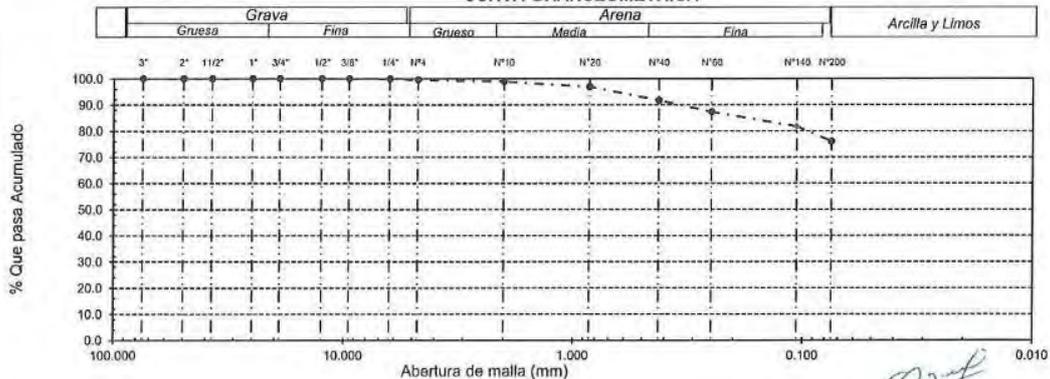
Calicata: C-03+2% C. TUZA DE MAÍZ (R2)

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg		
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa			
3"	75.000	0.0	100.0	Límite líquido (LL)	45.70 (%)	
2"	50.000	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	29.12 (%)	
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	16.58 (%)	
1"	25.000	0.0	100.0			
3/4"	19.000	0.0	100.0			
1/2"	12.500	0.0	100.0			
3/8"	9.500	0.0	100.0			
1/4"	6.300	0.1	99.9			
Nº 4	4.750	0.4	99.6			
Nº 10	2.000	1.1	98.9			
Nº 20	0.850	3.1	96.9			
Nº 40	0.425	8.3	91.7			
Nº 60	0.250	12.7	87.3			
Nº 140	0.106	18.3	81.7			
Nº 200	0.075	24.0	76.0			
Distribución granulométrica						
% Grava	G.G. %	0.0				
	G. F. %	0.4	0.50			
% Arena	A.G. %	0.7				
	A.M. %	7.2	24.20			
	A.F. %	15.7				
% Arcilla y Limo		76.0	75.30	Clasificación (S.U.C.S.)	CL	
Total			100.0	Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena	
Contenido de Humedad (%)			13.20	Clasificación (AASHTO)	A-7-6 (16)	
				Descripción	MALO	

CURVA GRANULOMETRICA



Observación:

- Muestreo realizado, por el Solicitante.

M. H. Arca
MINIYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152265



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



Imingenierinasac@gmail.com



Nº00146504
Nº00146505



Iso 9001:2015



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".

SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA

UBICACIÓN : EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS

FECHA : 03/02/2024

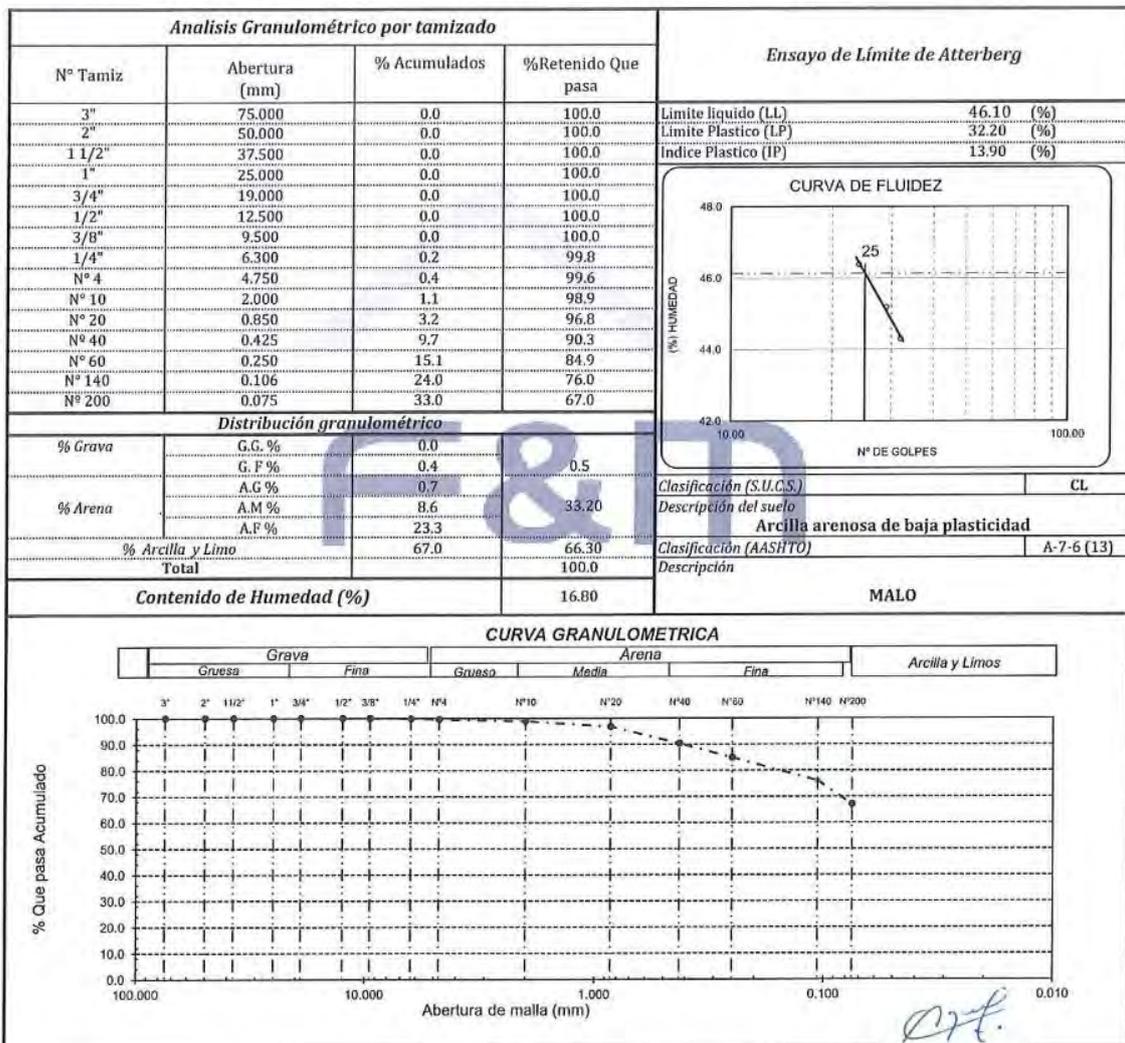
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-03+4% C. TUZA DE MAÍZ (R2)

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m



Observación:
- Muestreo realizado, por el Solicitante.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



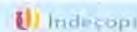
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761
949327495



fmcengineering@gmail.com



Nº00146584
Nº00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería, Construcción de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
 SOLICITANTE : JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
 UBICACIÓN : EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
 FECHA : 03/02/2024
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico - N.T.P. 399.128
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo NTP.339.129
 SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo - N.T.P. 339.127

CERTIFICADO DE ENSAYOS

Calicata: C-03+6% C. TUZA DE MAÍZ (R2)

Muestra: E - 01

Profundidad: 0.00 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	% Retenido Que pasa	Limite líquido (LL)	(%)
3"	75.000	0.0	100.0	46.50	46.50
2"	50.000	0.0	100.0	35.30	35.30
1 1/2"	37.500	0.0	100.0	11.20	11.20
1"	25.000	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	100.0		
1/2"	12.500	0.8	99.2		
3/8"	9.500	1.0	99.0		
1/4"	6.300	1.2	98.8		
Nº 4	4.750	1.4	98.6		
Nº 10	2.000	2.2	97.8		
Nº 20	0.850	4.3	95.7		
Nº 40	0.425	10.2	89.8		
Nº 60	0.250	14.6	85.4		
Nº 140	0.106	20.7	79.3		
Nº 200	0.075	27.0	73.0		

Distribución granulométrica		
% Grava	G.G. %	0.0
	G. F %	1.4
% Arena	A.G %	0.8
	A.M %	8.0
	A.F %	16.8
% Arcilla y Limo		73.0
Total		100.0

Contenido de Humedad (%)	
	17.00

Ensayo de Límite de Atterberg	
Limite líquido (LL)	46.50 (%)
Limite Plástico (LP)	35.30 (%)
Índice Plástico (IP)	11.20 (%)

CURVA DE FLUIDEZ

Clasificación (S.U.C.S.)	
	CL

Descripción del suelo	
Arcilla de baja plasticidad con arena	

Clasificación (AASHTO)	
	A-7-6 (14)

Descripción	
MALO	

CURVA GRANULOMETRICA

Observación:
 - Muestreo realizado, por el Solicitante.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 153285



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

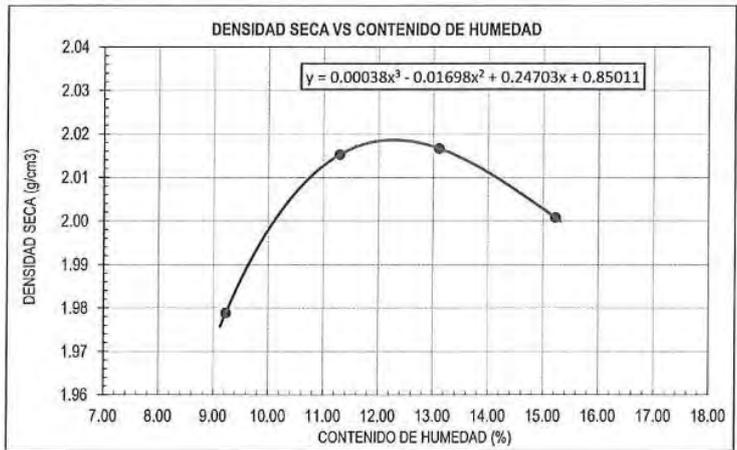
Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 04/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C-3 CAPA: M-1 MATERIAL: Suelo + 2% de C. de tuza de maiz.(R1)

Table with 6 columns: Parameter, Unit, and four data points. Rows include: Volumen de molde, Peso de molde, Peso de la muestra compactada + molde, Peso del envase + suelo humedo, Peso del envase + suelo seco, N° de envase, and Peso del envase.

Table with 6 columns: Parameter, Unit, and four data points. Rows include: Densidad humeda, Peso del agua, Peso de suelo seco, Contenido de humedad, and Densidad seca.



RESULTADOS

Table with 2 rows: M.D.S (g/cm3) with value 2.03, and O.C.H (%) with value 12.62.

Signature of MINEYER HERNANDEZ ARCA, INGENIERO CIVIL, Reg. C.I.P. 152285

Observaciones:

- Normativa.
NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.



Oficina: Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 09/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-3 CAPA: M-1 ADICIÓN: Suelo + 2% de C. de tuza de maíz (R1)

Table with 10 columns and multiple rows containing test data under sections 1. Datos, 2. Cálculo de contenido de humedad, and 3. Resultados.

Table titled EXPANSION with columns for FECHA, HORA, TIEMPO, DIAL, and Expansion (mm, %).

Table titled PENETRACION with columns for MOLDE, PENETRACION, CARGA ESTANDAR, and CARGA (Lectura, lb, lb/pulg2, Correc, %).

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Signature and name: MINIEVER HERNÁNDEZ ARCA, INGENIERO CIVIL, Reg. C.I.P. 152285

Footer containing contact information: Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca, phone numbers, email, logos for Indecopi, ISO 9001:2015, and identification numbers N°00146504 and N°00146505.



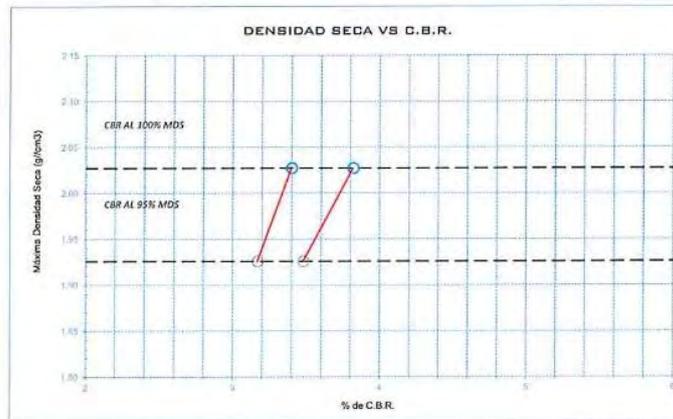
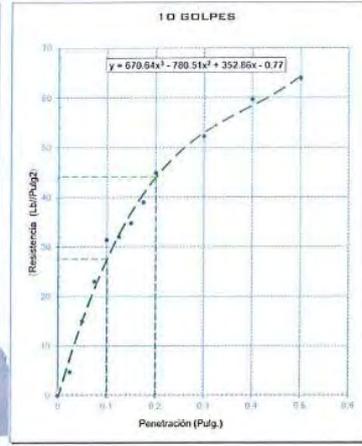
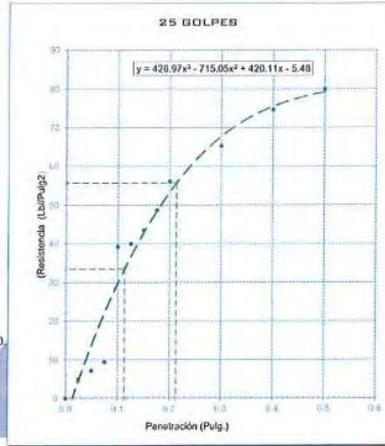
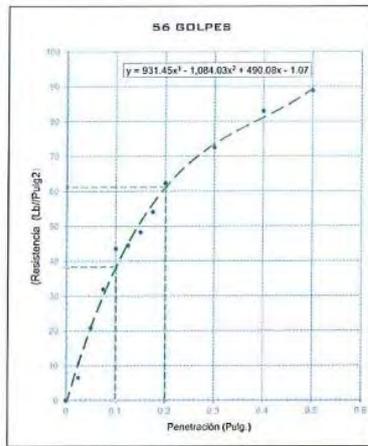
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12.62
Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.03
95% MDS (g/cm ³)	1.93

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	3.40
CBR al 95% de MDS (%)	3.17
CBR al 100%: 0.2"	3.82
CBR al 95% de MDS (%)	3.48



Observaciones:
- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152265



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495

fmengineering@gmail.com

Indecopi

N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería - Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

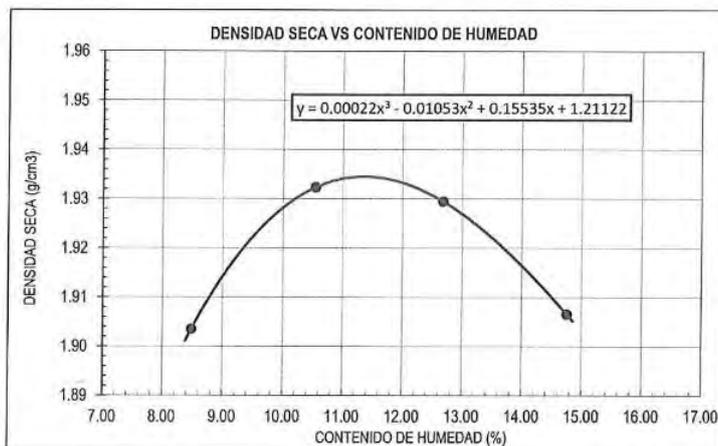
Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 04/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo + 4% de C. de tuza de maíz.(R1)
----------	-----	-------	-----	-----------	---------------------------------------

DATOS						
Volumen de molde	cm ³	945.24	945.24	945.24	945.24	
Peso de molde	g	4413	4413	4413	4413	
Peso de la muestra compactada + molde	g	6365	6432	6468	6481	
Peso del envase + suelo humedo	g	82.85	83.57	101.10	108.33	
Peso del envase + suelo seco	g	77.19	76.66	91.25	95.97	
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04	
Peso del envase	g	10.50	11.10	13.55	12.20	

CÁLCULOS						
Densidad humeda	g/cm ³	2.065	2.136	2.174	2.188	
Peso del agua	g	5.7	6.9	9.8	12.4	
Peso de suelo seco	g	66.69	65.6	77.7	83.77	
Contenido de humedad	%	8.5	10.5	12.7	14.8	
Densidad seca	g/cm ³	1.90	1.93	1.93	1.91	



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)
1.94

O.C.H (%)
11.58

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energia modificada, 2700kn-m/m³.

	Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca		941915761		fmengineeringnac@gmail.com		N°00146584
			949327495				N°00146585
							Iso 9001:2015



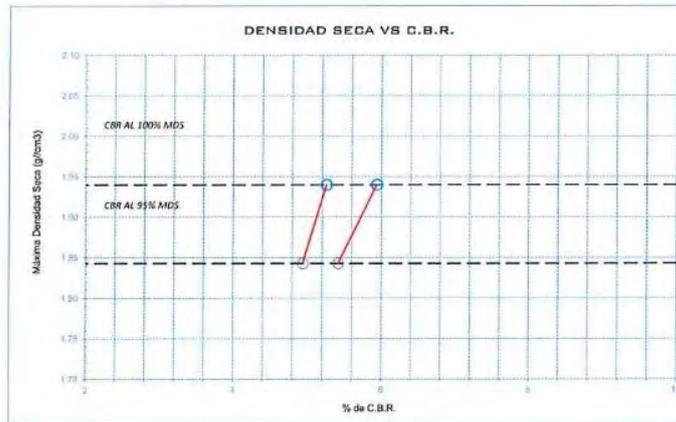
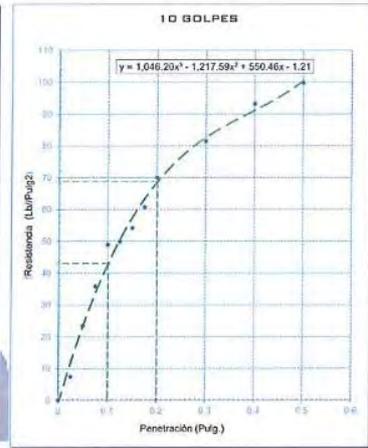
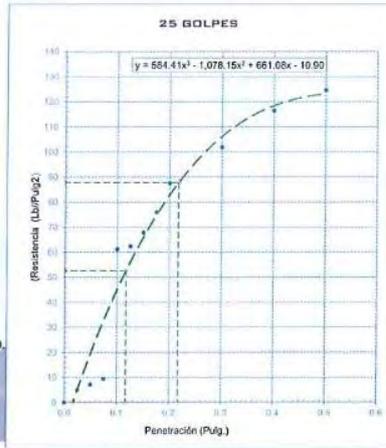
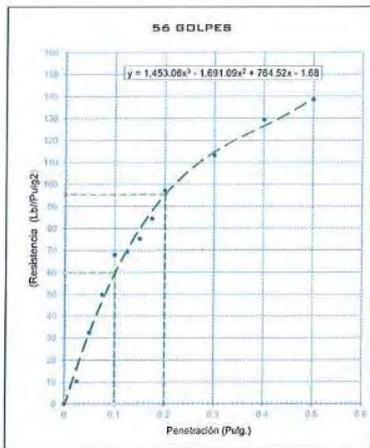
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	11.58
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.94
95% MDS (g/cm ³)	1.84

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	5.26
CBR al 95% de MDS (%)	4.94
CBR al 100%: 0.2"	5.94
CBR al 95% de MDS (%)	5.42



Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.T.P. 152285



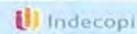
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineeringsac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

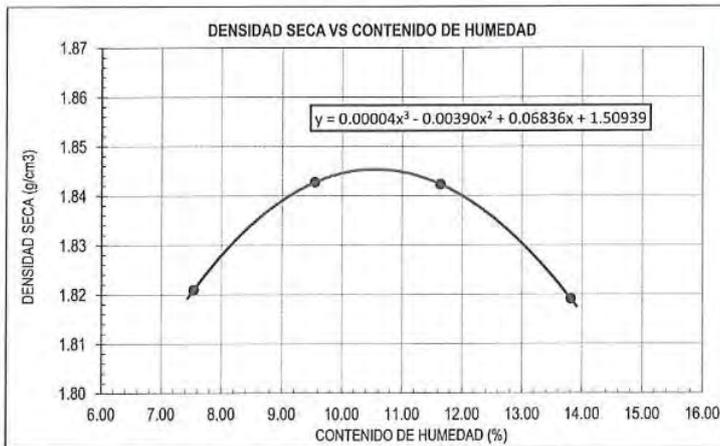
Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
 Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
 Lugar: EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
 Fecha: 04/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA: C-3 CAPA: M-1 MATERIAL: Suelo + 6% de C. de tuza de maíz. (R1)

DATOS					
Volumen de molde	cm ³	945.24	945.24	945.24	945.24
Peso de molde	g	4413	4413	4413	4413
Peso de la muestra compactada + molde	g	6264	6321	6357	6370
Peso del envase + suelo humedo	g	86.53	87.25	104.78	112.01
Peso del envase + suelo seco	g	81.27	80.74	95.03	100.25
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	11.50	12.50	11.20	15.10

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm ³	1.958	2.019	2.057	2.070
Peso del agua	g	5.3	6.5	9.8	11.8
Peso de suelo seco	g	69.77	68.2	83.83	85.15
Contenido de humedad	%	7.5	9.5	11.6	13.8
Densidad seca	g/cm ³	1.82	1.84	1.84	1.82



RESULTADOS

M.D.S (g/cm ³)	1.84
O.C.H (%)	10.44

Mineyer Hernández Arca
 MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285

Observaciones:

- Normativa.
- NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.



Ingeniería y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 09/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-3	CAPA: M-1	ADICIÓN: Suelo + 6% de C. de tuza de maíz.(R1)
--------------	-----------	--

1. Datos:							
1.1 N° de molde	-	1		2		3	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.21		15.21		15.20	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.67		11.64		11.61	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8209		8446		8646	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	12969		13020		12746	
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	12.85	11.75	13.10	13.55	11.20	12.70
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	77.63	97.18	94.04	101.71	77.00	94.53
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	71.49	86.76	86.36	89.88	70.88	83.15
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	6.14	10.42	7.68	11.83	6.12	11.38
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	58.64	75.01	73.26	78.68	57.33	70.45
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	10.47	13.89	10.48	15.04	10.68	16.15
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.16		28.16		28.13	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2120.41		2114.96		2106.73	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4760	4811	4300	4360	3860	3964
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2.245	2.269	2.033	2.062	1.832	1.882
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	2.032	1.992	1.840	1.792	1.655	1.620

EXPANSION											
MOLDE			1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	Expansión			Expansión			Expansión		
			DIAL	(mm)	(%)	DIAL	(mm)	(%)	DIAL	(mm)	(%)
05-Feb	06:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
06-Feb	06:00:00 p. m.	24	0.034	1.190	1.020%	0.054	1.460	1.254%	0.083	1.730	1.490%
07-Feb	06:00:00 p. m.	48	0.040	1.440	1.234%	0.061	1.710	1.469%	0.090	1.960	1.688%
08-Feb	06:00:00 p. m.	72	0.048	1.530	1.311%	0.066	1.800	1.546%	0.097	2.050	1.766%
09-Feb	06:00:00 p. m.	96	0.049	1.614	1.383%	0.068	1.884	1.619%	0.098	2.134	1.838%

PENETRACION																				
MOLDE			1						2						3					
PENETRACION		CARGA ESTANDAR	CARGA						CARGA						CARGA					
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%			
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00					
0.025	0.64		18.19	40.10	13.37			16.37	14.90	4.97			13.10	28.88	9.63					
0.050	1.27		57.47	126.71	42.24			51.73	21.50	7.17			41.38	91.23	30.41					
0.075	1.91		88.06	194.13	64.71			79.25	28.20	9.40			63.40	139.77	46.59					
0.100	2.54	1000	120.22	265.04	88.35	77.71	7.77	108.20	238.54	79.51	68.48	6.85	86.56	190.83	63.61	55.95	5.59			
0.125	3.18		122.59	270.27	90.09			110.33	243.24	81.08			88.27	194.59	64.86					
0.150	3.81		133.14	293.52	97.84			119.82	264.17	88.06			95.86	211.33	70.44					
0.175	4.45		149.22	328.97	109.66			134.30	296.08	98.69			107.44	236.86	78.95					
0.200	5.08	1500	171.89	378.96	126.32	124.10	8.27	154.70	341.06	113.69	114.48	7.63	123.76	272.85	90.95	89.35	5.96			
0.300	7.62		200.10	441.15	147.05			180.09	397.04	132.35			144.07	317.63	105.88					
0.400	10.16		228.84	504.50	168.17			205.96	454.05	151.35			164.76	363.24	121.08					
0.500	12.70		244.92	539.96	179.99			220.43	485.96	161.99			176.34	388.77	129.59					

Observaciones:
- Normativa.
NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

[Firma]
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca

941915761
949327495

fmengineering@gmail.com

N°00146584
N°00146585

Iso 9001:2015



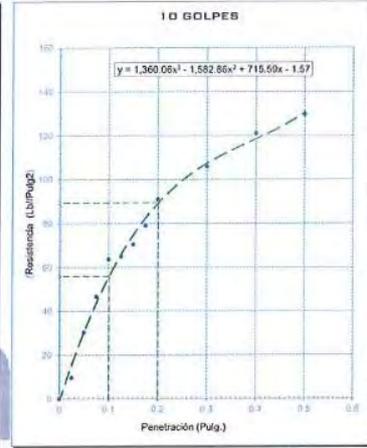
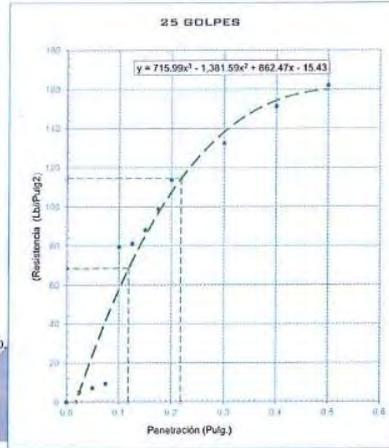
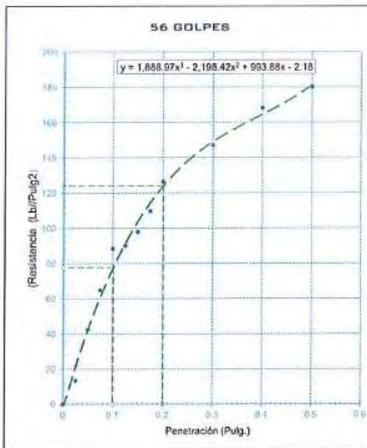
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10.44
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.84
95% MDS (g/cm ³)	1.75

DATOS DEL CBR	
CBR al 100% 0.1"	6.68
CBR al 95% de MDS (%)	6.25
CBR al 100% 0.2"	7.64
CBR al 95% de MDS (%)	6.83



Observaciones:
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

Mineyer Hernández Arca
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495

fmengineeringsac@gmail.com

Indecopi N°00146584
N°00146585
ISO 9001:2015



INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y REGISTRACIÓN

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

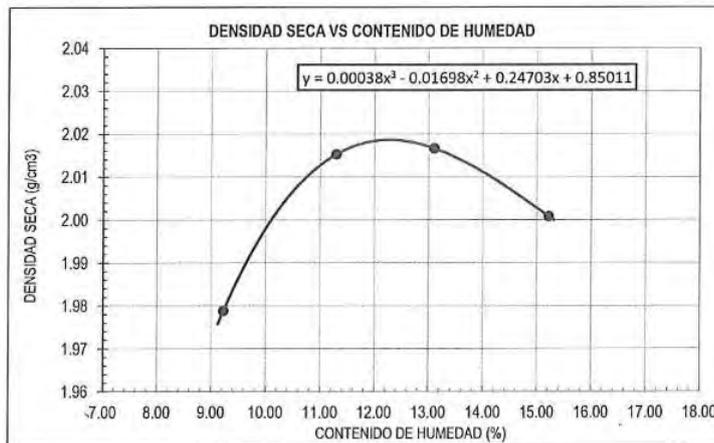
Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 04/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo + 2% de C. de tuza de maiz.(R2)
----------	-----	-------	-----	-----------	---------------------------------------

DATOS						
Volumen de molde	cm3	945.24	945.24	945.24	945.24	945.24
Peso de molde	g	4413	4413	4413	4413	4413
Peso de la muestra compactada + molde	g	6456	6533	6569	6592	6592
Peso del envase + suelo humedo	g	84.44	85.16	102.69	109.92	109.92
Peso del envase + suelo seco	g	78.28	77.75	92.19	97.16	97.16
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-04
Peso del envase	g	11.50	12.12	12.06	13.30	13.30

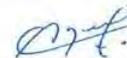
CÁLCULOS						
Densidad humeda	g/cm3	2.161	2.243	2.281	2.305	2.305
Peso del agua	g	6.2	7.4	10.5	12.8	12.8
Peso de suelo seco	g	66.78	65.6	80.13	83.86	83.86
Contenido de humedad	%	9.2	11.3	13.1	15.2	15.2
Densidad seca	g/cm3	1.98	2.02	2.02	2.00	2.00



RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)
2.00

O.C.H (%)
12.70


MINEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Observaciones:

.- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
 Solicitante: JIORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
 Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
 Fecha: 09/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-3 CAPA: M-1 ADICIÓN: Suelo + 2% de C. de tuza de maíz (R2)

1. Datos:		1		2		3	
1.1 N° de molde	-	1		2		3	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.20		15.23		15.24	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.66		11.65		11.62	
1.4 Peso del molde (Incluye base)	g	7898		8135		8335	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	13058	13109	12835	12895	12695	12795
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	12.65	12.71	12.10	12.15	13.62	12.83
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	85.52	105.07	101.93	109.60	84.89	102.42
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	77.28	92.05	91.95	95.37	76.87	88.54
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	8.24	13.02	9.98	14.23	8.02	13.88
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	64.63	79.34	79.85	83.22	63.25	75.71
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.75	16.41	12.50	17.10	12.68	18.33
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.13		28.24		28.27	
3.2 Volumen de suelo	cm3	2115.00		2122.34		2119.66	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	5160	5211	4700	4760	4360	4460
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2.439	2.463	2.215	2.243	2.057	2.104
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	2.163	2.116	1.969	1.915	1.826	1.778

EXPANSION											
MOLDE			1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión	
			pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)
05-Feb	06:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
06-Feb	06:00:00 p. m.	24	0.034	1.390	1.192%	0.054	1.660	1.425%	0.083	1.930	1.661%
07-Feb	06:00:00 p. m.	48	0.040	1.640	1.407%	0.061	1.910	1.639%	0.090	2.160	1.859%
08-Feb	06:00:00 p. m.	72	0.048	1.750	1.501%	0.066	2.020	1.734%	0.097	2.270	1.954%
09-Feb	06:00:00 p. m.	96	0.049	1.816	1.557%	0.068	2.086	1.791%	0.098	2.336	2.010%

PENETRACION																	
MOLDE			1					2					3				
PENETRACION		CARGA ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00		
0.025	0.64		8.97	19.78	6.59			8.07	14.90	4.97			6.46	14.24	4.75		
0.050	1.27		28.34	62.48	20.83			25.51	21.50	7.17			20.40	44.98	14.99		
0.075	1.91		43.42	95.72	31.91			39.08	28.20	9.40			31.26	68.92	22.97		
0.100	2.54	1000	59.28	130.69	43.56	38.32	3.83	53.35	117.62	39.21	33.51	3.35	42.60	94.10	31.37	27.59	2.76
0.125	3.18		60.45	133.27	44.42			54.41	119.94	39.98			43.52	95.95	31.98		
0.150	3.81		65.65	144.73	48.24			59.09	130.26	43.42			47.27	104.21	34.74		
0.175	4.45		73.58	162.22	54.07			66.22	145.99	48.66			52.98	116.80	38.93		
0.200	5.08	1500	84.76	186.86	62.29	61.20	4.08	76.28	168.18	56.06	55.71	3.71	61.03	134.54	44.85	44.06	2.94
0.300	7.62		98.67	217.53	72.51			88.80	195.78	65.26			71.04	156.62	52.21		
0.400	10.16		112.84	248.77	82.92			101.56	223.89	74.63			81.24	179.11	59.70		
0.500	12.70		120.77	266.25	88.75			108.69	239.63	79.88			86.95	191.70	63.90		

Observaciones:
 - Normativa.
 NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

M. H. Arca
 MINEYER HERRÁNDIZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. I. P. 152325



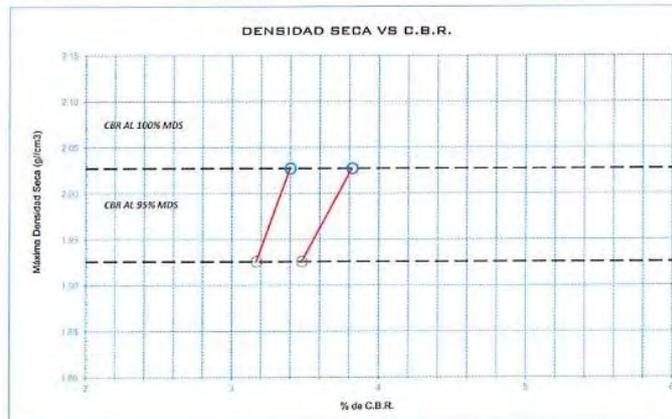
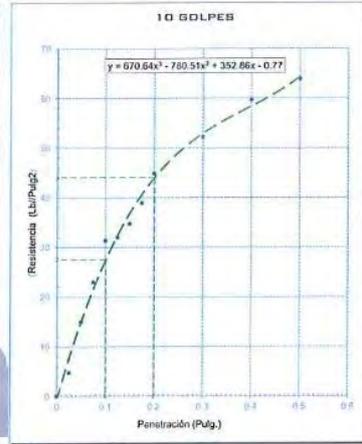
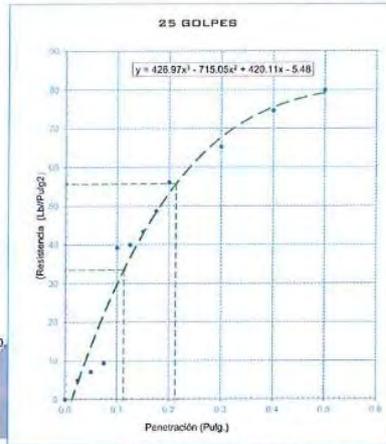
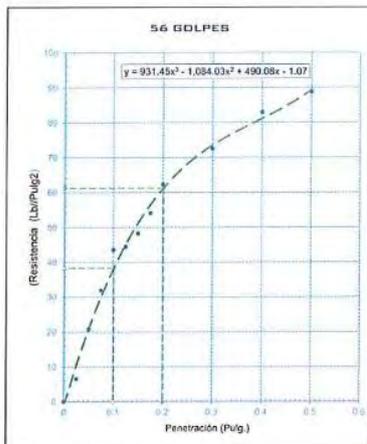
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	12.70
Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.00
95% MDS (g/cm ³)	1.93

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%; 0.1"	3.40
CBR al 95% de MDS (%)	3.24
CBR al 100%; 0.2"	3.82
CBR al 95% de MDS (%)	3.48



Observaciones:
.- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

M. F. Arca
MINYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



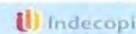
Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca



941915761
949327495



fmengineerinasac@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

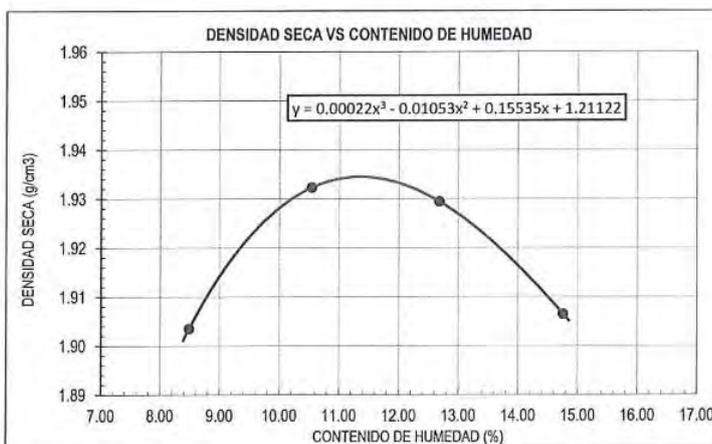
Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO – ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 04/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Table with 4 columns: MUESTRA: C-3, CAPA: M-1, MATERIAL: Suelo + 4% de C. de tuza de maiz.(R2)

DATOS table with 7 rows and 6 columns: Volumen de molde, Peso de molde, Peso de la muestra compactada + molde, etc.

CÁLCULOS table with 5 rows and 6 columns: Densidad humeda, Peso del agua, Peso de suelo seco, etc.



RESULTADOS

Table with 2 rows: M.D.S (g/cm3) = 1.86, O.C.H (%) = 10.60

Signature of MINYER HERNÁNDEZ ARCA, INGENIERO CIVIL, Reg. C.I.P. 152285

Observaciones:

- Normativa.
NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.

Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 09/02/2024

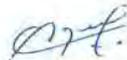
CERTIFICADO DE ENSAYO:
RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA:	C-3		CAPA:	M-1		ADICIÓN:	Suelo + 4% de C. de tuza de maíz (R2)	
1. Datos:								
1.1 N° de molde	-		1		2		3	
1.2 Diametro interior de molde	cm		15.19		15.22		15.22	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm		11.65		11.63		11.63	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g		8004		8241		8441	
1.5 N° de capas	-		5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-		56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	12964	13015	12741	12801	12501	12605	
2. Cálculo de contenido de humedad:								
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	
2.2 Peso de cápsula	g	11.55	11.82	13.12	11.26	12.53	11.72	
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	84.16	103.71	100.57	108.24	83.53	101.06	
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	76.62	91.29	91.49	94.51	76.11	87.68	
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	7.54	12.42	9.08	13.73	7.42	13.38	
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	65.07	79.47	78.37	83.25	63.58	75.96	
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	11.59	15.63	11.59	16.49	11.67	17.61	
3. Resultados:								
3.1 Área superficial del molde	pulg2		28.09		28.20		28.20	
3.2 Volúmen de suelo	cm3		2111.21		2115.92		2115.92	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4960	5011	4500	4560	4060	4164	
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2.349	2.374	2.127	2.155	1.919	1.968	
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	2.105	2.053	1.906	1.850	1.718	1.673	

EXPANSION		MOLDE		1			2			3				
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL (pulg)	Expansión (mm)		(%)	DIAL (pulg)	Expansión (mm)		(%)	DIAL (pulg)	Expansión (mm)		(%)
05-Feb	06:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	-	0.000	-	-	-	0.000	-	-	-
06-Feb	06:00:00 p. m.	24	0.034	1.280	1.099%		0.054	1.550	1.333%		0.083	1.820	1.565%	
07-Feb	06:00:00 p. m.	48	0.040	1.530	1.313%		0.061	1.800	1.548%		0.090	2.050	1.763%	
08-Feb	06:00:00 p. m.	72	0.048	1.640	1.408%		0.066	1.910	1.642%		0.097	2.160	1.857%	
09-Feb	06:00:00 p. m.	96	0.049	1.705	1.464%		0.068	1.975	1.698%		0.098	2.225	1.913%	

PENETRACION		MOLDE		1						2						3					
PENETRACION		CARGA ESTANDAR (lb/pulg2)	CARGA						CARGA						CARGA						
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%				
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00						
0.025	0.64		13.99	30.85	10.28			12.59	14.90	4.97			10.08	22.21	7.40						
0.050	1.27		44.21	97.47	32.49			39.79	21.50	7.17			31.83	70.18	23.39						
0.075	1.91		67.74	149.33	49.78			60.96	28.20	9.40			48.77	107.52	35.84						
0.100	2.54	1000	92.48	203.88	67.96	59.77	5.98	83.23	183.49	61.16	52.56	5.26	66.58	146.79	48.93	43.04	4.30				
0.125	3.18		94.30	207.90	69.30			84.87	187.11	62.37			67.90	149.69	49.90						
0.150	3.81		102.41	225.78	75.26			92.17	203.21	67.74			73.74	162.56	54.19						
0.175	4.45		114.78	253.06	84.35			103.31	227.75	75.92			82.65	182.20	60.73						
0.200	5.08	1500	132.23	291.51	97.17	95.46	6.36	119.00	262.36	87.45	87.71	5.05	95.20	209.09	69.96	68.73	4.58				
0.300	7.62		153.93	339.35	113.12			138.53	305.41	101.80			110.83	244.33	81.44						
0.400	10.16		176.03	388.08	129.36			158.43	349.27	116.42			126.74	279.42	93.14						
0.500	12.70		188.40	415.35	138.45			169.56	373.82	124.61			135.65	299.05	99.68						

Observaciones:
 - Normativa.
 NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.


MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 152285



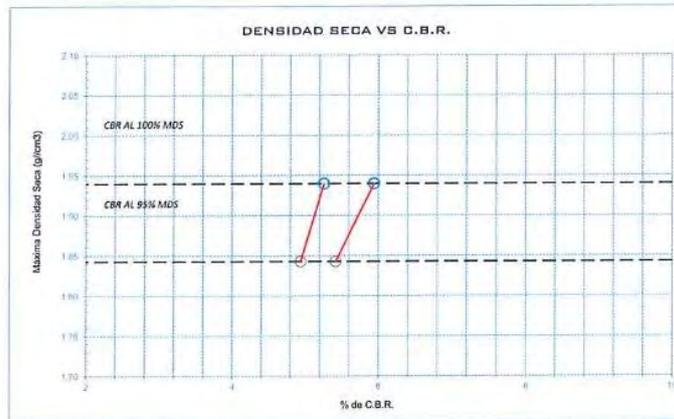
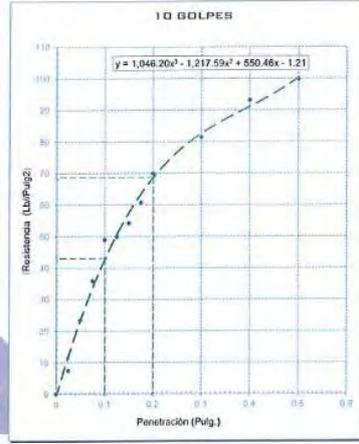
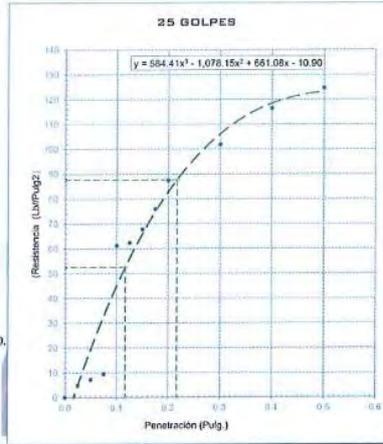
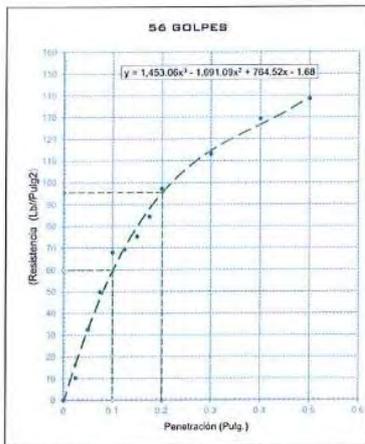
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MEDÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10.60
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.86
95% MDS (g/cm ³)	1.84

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%: 0.1"	5.26
CBR al 95% de MDS (%)	5.10
CBR al 100%: 0.2"	5.94
CBR al 95% de MDS (%)	5.42



Observaciones:
- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

M. F. Arca
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285



Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca



941915761
949327495



fmengineering@gmail.com



N°00146584
N°00146585



Iso 9001:2015



Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

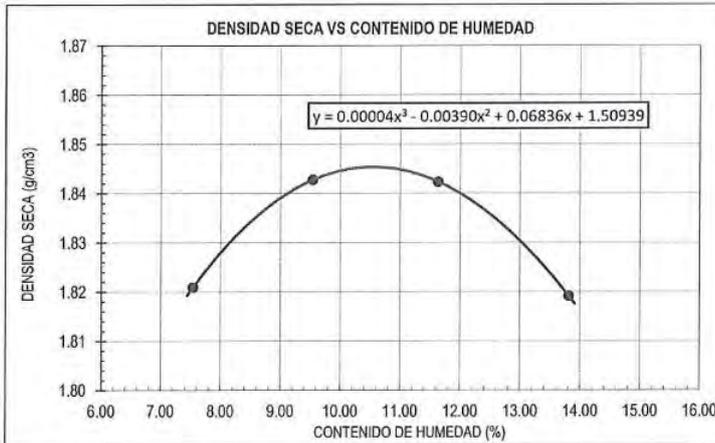
Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 04/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MUESTRA:	C-3	CAPA:	M-1	MATERIAL:	Suelo + 6% de C. de tuza de maíz. (R2)
----------	-----	-------	-----	-----------	--

DATOS					
Volumen de molde	cm3	945.24	945.24	945.24	945.24
Peso de molde	g	4413	4413	4413	4413
Peso de la muestra compactada + molde	g	6264	6321	6357	6370
Peso del envase + suelo humedo	g	86.53	87.25	104.78	112.01
Peso del envase + suelo seco	g	81.27	80.74	95.03	100.25
Nº de envase	-	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso del envase	g	11.50	12.50	11.20	15.10

CÁLCULOS					
Densidad humeda	g/cm3	1.958	2.019	2.057	2.070
Peso del agua	g	5.3	6.5	9.8	11.8
Peso de suelo seco	g	69.77	68.2	83.83	85.15
Contenido de humedad	%	7.5	9.5	11.6	13.8
Densidad seca	g/cm3	1.82	1.84	1.84	1.82



RESULTADOS

M.D.S (g/cm3)	1.82
O.C.H (%)	10.52

Mineyer
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Observaciones:

- Normativa.

NTP 339.127. Suelos. Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

NTP 339.141. Suelos. Metodo de ensayo para la compactación del suelo en el laboratorio utilizando energía modificada, 2700kn-m/m3.



INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
Ingeniería - Gobierno de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE
SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Proyecto: "PROPIEDADES DEL SUELO DE SUBRASANTE ADICIONANDO CENIZA DE TUZA DE MAÍZ EN LA CARRETERA EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS, 2023".
Solicitante: JHORDY ARMANDO CABREJOS GUEVARA
Lugar: EL SALAO - ANGAMOS, JAMALCA, AMAZONAS
Fecha: 09/02/2024

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

MUESTRA: C-3	CAPA: M-1	ADICIÓN: Suelo + 6% de C. de tuza de maíz (R2)
---------------------	------------------	---

1. Datos:							
1.1 N° de molde	-	1		2		3	
1.2 Diámetro interior de molde	cm	15.21		15.21		15.20	
1.3 Altura molde descontando disco espaciado	cm	11.67		11.64		11.61	
1.4 Peso del molde (incluye base)	g	8209		8446		8646	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Peso molde (incluye base) + suelo húmedo	g	12969	13020	12746	12806	12506	12610
2. Cálculo de contenido de humedad:							
2.1 Cápsula N°	-	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
2.2 Peso de cápsula	g	12.85	11.75	13.10	11.20	13.55	12.70
2.3 Cápsula + Suelo Húmedo	g	77.63	97.18	94.04	101.71	77.00	94.53
2.4 Cápsula + Suelo Seco	g	71.49	86.76	86.36	89.88	70.88	83.15
2.5 Peso de agua contenida (2.3-2.4)	g	6.14	10.42	7.68	11.83	6.12	11.38
2.6 Peso suelo seco (2.4-2.2)	g	58.64	75.01	73.26	78.68	57.33	70.45
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	10.47	13.89	10.48	15.04	10.68	16.15
3. Resultados:							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.16		28.16		28.13	
3.2 Volumen de suelo	cm3	2120.41		2114.96		2106.73	
3.3 Peso del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	4760	4811	4300	4360	3860	3964
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	2.245	2.269	2.033	2.062	1.832	1.882
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	2.032	1.992	1.840	1.792	1.655	1.620

EXPANSION											
MOLDE		1			2			3			
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL pulg	Expansión (mm) (%)		DIAL pulg	Expansión (mm) (%)	
05-Feb	06:00:00 p. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
06-Feb	06:00:00 p. m.	24	0.034	1.190	1.020%	0.054	1.460	1.254%	0.083	1.730	1.490%
07-Feb	06:00:00 p. m.	48	0.040	1.440	1.234%	0.061	1.710	1.469%	0.090	1.960	1.688%
08-Feb	06:00:00 p. m.	72	0.048	1.530	1.311%	0.066	1.800	1.546%	0.097	2.050	1.766%
09-Feb	06:00:00 p. m.	96	0.049	1.614	1.383%	0.068	1.884	1.619%	0.098	2.134	1.838%

PENETRACION																	
MOLDE			1					2					3				
PENETRACION		CARGA ESTANDAR (lb/pulg2)	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm		Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00		
0.025	0.64		18.19	40.10	13.37			16.37	14.90	4.97			13.10	28.88	9.63		
0.050	1.27		57.47	126.71	42.24			51.73	21.50	7.17			41.38	91.23	30.41		
0.075	1.91		88.06	194.13	64.71			79.25	28.20	9.40			63.40	139.77	46.59		
0.100	2.54	1000	120.22	265.04	88.35	77.71	7.77	108.20	238.54	79.51	68.48	6.85	86.56	190.83	63.61	55.95	5.59
0.125	3.18		122.59	270.27	90.09			110.33	243.24	81.08			88.27	194.59	64.86		
0.150	3.81		133.14	293.52	97.84			119.82	264.17	88.06			95.86	211.33	70.44		
0.175	4.45		149.22	328.97	109.66			134.30	296.08	98.69			107.44	236.86	78.95		
0.200	5.08	1500	171.89	378.96	126.32	124.10	8.27	154.70	341.06	113.69	114.48	7.63	123.76	272.85	90.95	89.35	5.96
0.300	7.62		200.10	441.15	147.05			180.09	397.04	132.35			144.07	317.63	105.88		
0.400	10.16		228.04	504.50	168.17			205.96	454.05	151.35			164.76	363.24	121.08		
0.500	12.70		244.92	539.96	179.99			220.43	485.96	161.99			176.34	388.77	129.59		

Observaciones:
- Normativa: NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MIHEYER HERNÁNDEZ ARICA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152285

Calle Coriconcha S/N Mz. C Lote 11 -
Sector Pueblo Libre - Jaén -
Cajamarca

941915761
949327495

fmengeeringsuco@gmail.com

N°00146584
N°00146585

Iso 9001:2015



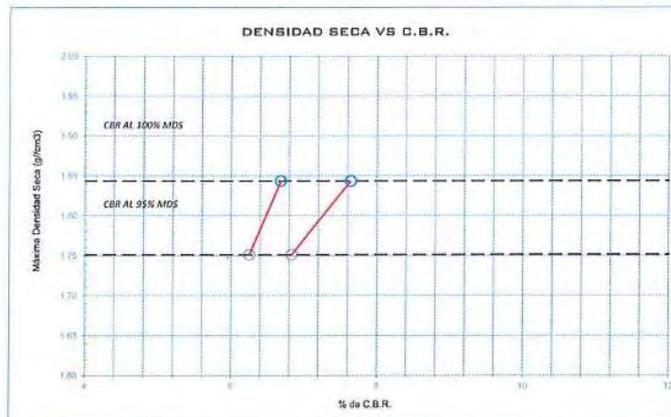
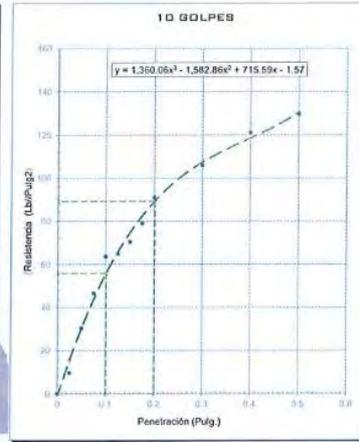
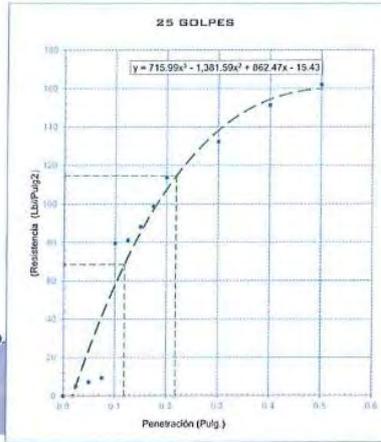
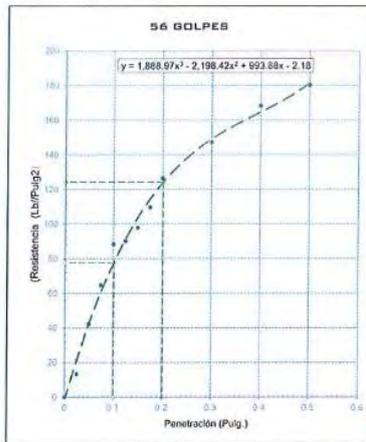
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CERTIFICADO DE ENSAYO: RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR

DATOS DEL PROCTOR	
Humedad óptima (%)	10.52
Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.82
95% MDS (g/cm ³)	1.75

DATOS DEL CBR	
CBR al 100%; 0.1"	6.68
CBR al 95% de MDS (%)	6.50
CBR al 100%; 0.2"	7.64
CBR al 95% de MDS (%)	6.83



Observaciones:
- Normativa.

NTP 339.145. Suelos. Métodos de ensayo de CBR, Relación de Soporte de California, de suelos compactados en el laboratorio.

MINAYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 152265

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca | 941915761 | 949327495 | lmengineering@icp.gob.pe | Indecopi | N°00146584 | N°00146585 | ISO 9001:2015

Anexo 10. REGISTRO DE PROPIEDAD INDUSTRIAL DE LABORATORIO



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Flavi FAU
20133049533 hard
Fecha: 11/04/2023 17:26:56-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00146584

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008785-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Clase	:	37 de la clasificación Internacional.
Solicitud	:	0004591-2023
Titular	:	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	04 de abril de 2023
Distingue	:	Servicios de construcción



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento:z036ner2zm

Pág. 1 de 1

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Firmado digitalmente por:
CHUEZ SALAZAR Sarzin, Jean-Frere PAU
2013.3340253.1464
Fecha: 11/04/2023 17:25:59-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

- Signo : La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
- Clase : 42 de la clasificación internacional.
- Solicitud : 0004590-2023
- Titular : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
- País : Perú
- Vigencia : 04 de abril de 2033
- Distingue : Estudios de mecánica de suelos



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: v12q0d0p6m

Anexo 11. CERTIFICACIÓN ISO DE LABORATORIO



CERTIFICATE

This is to certify that the Quality Management System of

F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

MZA, C LOTE, 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN – JAEN – CAJAMARCA – PERÚ.

has been assessed and found to conform to the requirements of

ISO 9001:2015

This Certificate is valid for the following scope

SOIL MECHANICS, CONCRETE AND ASPHALT AND GEOTECHNICAL EXPLORATION
LABORATORY SERVICES.

Certificate No.	:AMER11653
Registration Date	:24/06/2023
Issue Date	:28/06/2023
Expiry Date	:23/06/2024
Recertification Date	:23/06/2026



Director

AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomas Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA
Operations Office: D 303, 104, Nisarg plaza, Bhambkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057



For verification and updated information concerning the present certificate, please visit www.americostandards.com. The Certificate is valid for period of 3 years subject to satisfactory annual surveillance audits. This Certificate is the property of Americo Quality Standards Registech Pvt.Ltd. & shall be retained immediately when demanded.

**Anexo 12. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS
PARA TODOS LOS ENSAYOS**

LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2102-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
 DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN
 FECHA : 2023/01/31
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA - PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA	: OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	30 kg
Nº DE SERIE	: 8354661311	DIV. DE ESCALA (d)	0.001 kg
MODELO	: R21PE30ZH	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	0.010 kg
TIPO	: ELECTRÓNICA	CÓDIGO DE LA BALANZA	NO INDICA
CLASE	III	CAPACIDAD MÍNIMA	0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: **CERTIFICADO: 333, 334, 335, 336-CM-M-2022**

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial		Final	H. R. %	Inicial		Final	
	25.1	24.9			70	70		
Medición Nº	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg				
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		
1	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001		
2	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0002	0.0003		
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001		
4	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001		
5	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001		
6	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0009	0.0006		
7	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001		
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0004	0.0001		
9	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006		
10	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001		

$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0005	0.003

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	24.9	24.9

	Inicial	Final
	70	70

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (kg)	
	Carga Mínima* (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.010	0.010	0.0005	0.0000	10.000	10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
3		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
4		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0007	-0.0002	0.0000	0.002
5		0.010	0.0006	-0.0001		10.000	0.0006	-0.0001	0.0000	0.002

* Valor entre 0 y 10g

$$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	25.0	24.9

	Inicial	Final	Final
		70	70

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.20	0.20	0.0080	-0.0075						
0.50	0.50	0.0070	-0.0065	0.0010	0.50	0.0006	-0.0001	0.0074	0.001
0.10	0.10	0.0070	-0.0065	0.0010	0.10	0.0002	0.0003	0.0078	0.001
0.50	0.50	0.0080	-0.0075	0.0000	0.50	0.0008	-0.0003	0.0072	0.001
1.00	1.00	0.0005	0.0000	0.0075	1.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.001
5.00	5.00	0.0009	-0.0004	0.0071	5.00	0.0008	-0.0003	0.0072	0.001
10.00	10.00	0.0007	-0.0002	0.0073	10.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.002
15.00	15.00	0.0007	-0.0002	0.0073	15.00	0.0005	0.0000	0.0075	0.002
20.00	20.00	0.0007	-0.0002	0.0073	20.00	0.0005	0.0000	0.0075	0.002
25.00	25.00	0.0005	0.0000	0.0075	25.00	0.0007	-0.0002	0.0073	0.003
30.00	30.00	0.0009	-0.0004	0.0071	30.00	0.0009	-0.0004	0.0071	0.003

$$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} R^2}$$

EPP
Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Javier Negrón C.
Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 ☎ Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2101-2023

DESTINATARIO : F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
 DIRECCION : MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN
 FECHA : 2022/01/31
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA : 6200 g
 N° DE SERIE : C213945170 DIV. DE ESCALA (d) : 0.1 g
 MODELO : SPX6201ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO : NO INDICA
 CLASE : III CAPACIDAD MÍNIMA : 2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 335-CM-M-2022 / 336-CM-M-2022

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial		H. R. %	Final		
	26.7	26.7		67	67	
Medición N°	Carga L1 = 3000.00 g			Carga L2 = 6000.00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
2	3000.00	0.080	-0.030	5999.90	0.040	-0.090
3	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
4	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
5	2999.90	0.040	-0.090	5999.90	0.050	-0.100
6	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
7	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
8	3000.00	0.060	-0.010	5999.90	0.030	-0.080
9	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.070	-0.020
10	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.00	0.080	0.03
6000.00	0.080	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Carga L (g)	Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (g)
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02
2		1.00	0.080	-0.030		1999.90	0.040	-0.090	-0.060	0.02
3		1.00	0.070	-0.020		1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
4		1.00	0.070	-0.020		1999.80	0.030	-0.180	-0.160	0.02
5		1.00	0.070	-0.020		1999.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	26.7	26.7

	Inicial	Final
H.R. (%)	67	67

Carga L (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)		
2.00	2.00	0.070	-0.020							
10.00	10.00	0.070	-0.020	0.000	10.00	0.070	-0.020	0.000	0.01	
100.00	100.00	0.080	-0.030	-0.010	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01	
500.00	500.00	0.070	-0.020	0.000	499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.01	
1000.00	999.90	0.040	-0.090	-0.070	999.90	0.020	-0.070	-0.050	0.01	
1500.00	1499.90	0.050	-0.100	-0.080	1499.90	0.040	-0.090	-0.070	0.02	
2000.00	1999.90	0.040	-0.090	-0.070	1999.90	0.030	-0.080	-0.060	0.02	
3000.00	3000.00	0.070	-0.020	0.000	3000.00	0.060	-0.010	0.010	0.02	
4000.00	4000.10	0.090	0.060	0.080	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02	
5000.00	5000.10	0.090	0.060	0.080	5000.20	0.090	0.160	0.180	0.03	
6000.00	6000.00	0.070	-0.020	0.000	6000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03	

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE TEMPERATURA
LT-1446-2023

Página 1 de 4

Solicitante	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Dirección	MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN - JAEN
Equipo	HORNO
Marca	PYS EQUIPOS
Modelo	STHZ-2A
Serie	2205138
Procedencia	CHINA
Identificación	N/I
Ventilación	FORZADA
Ubicación	Laboratorio de Temperatura de PyS Equipos E.I.R.L
Instr.de medida	Termómetro
Alcance	50°C hasta 300°C
Resolución	0.1 °C
Marca	N/I
Selector	Digital
Alcance	50°C hasta 300°C
Div. Escala	0.1 °C
Marca	N/I
Carga	N/I
Fecha de calibración	2023-05-29
Lugar	Laboratorio de Temperatura de PyS Equipos E.I.R.L Calle 4, Mz F1 Lt.5 Urb. Virgen del Rosario "S.M.P" - Lima Perú
Método utilizado	<i>Método de comparación según el PC-018 2da edición, junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermicos con aire como medio termóstatico" publicada por el snm/INDECOPI.</i>

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

P Y S EQUIPOS E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



EPP

Revisado y firmado digitalmente por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología

Javier Neoron C.

Calibrado y firmado digitalmente por:
Javier Neoron C.
Dpto. Metrología



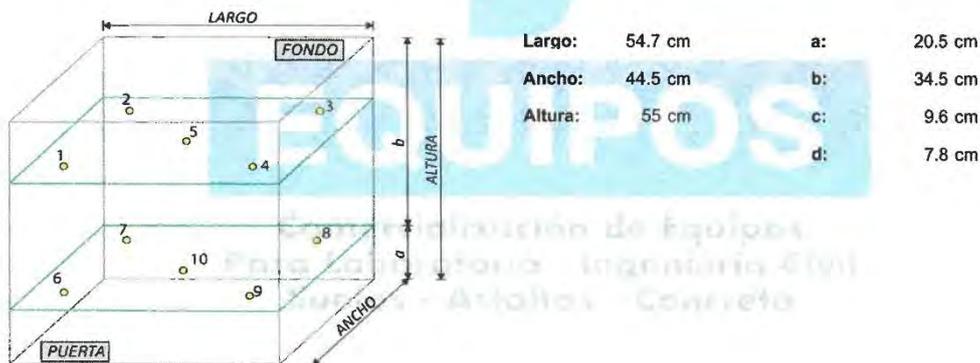
Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	28,9	29,4
Humedad Relativa (%)	63	60

Patrones de referencia:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Cert. de calibración
Lab. De temperatura de DSI PERÚ AUTOMATION	Termómetro de indicación digital Lutron con sensor tipo "T", resolución 0.1°C, Incertidumbre de 0.12 °C	T-0030-2023
Lab. De Temperatura y humedad METROIL	Termohigrómetro digital con incertidumbres 0.3°C / 2.8%	1AT - 1184 - 2023

Distribución de los termopares dentro del medio isotermico



Los termopares 5 y 10 se encuentran ubicados al centro de sus respectivos niveles

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a "C" cm de las paredes laterales y a "D" cm del frente y fondo de la estufa

- T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración
- T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado
- T.MAX: Temperatura máxima
- T.MIN: Temperatura mínima
- DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo



Resultados de medición

Temperatura de trabajo	Posición del controlador/Selector	Tiempo de calentamiento estabilización	Control de temperatura
110°C ± 5°C	110°C	3 horas	Electronico

Tiempo (min)	T ind. (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
00	110	107.3	108.4	108.5	107.6	108.8	111.5	112.3	113.3	115.1	112.5	110.5	7.8
02	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.9	112.4	113.6	115.6	112.9	110.8	8.1
04	110	107.3	108.5	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.3	115.1	112.4	110.5	7.8
06	110	107.3	108.6	108.5	107.6	108.9	111.6	112.4	113.3	115.2	112.7	110.6	7.9
08	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.0	111.7	112.4	113.5	115.3	112.7	110.7	7.8
10	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.8	111.6	112.2	113.3	115.2	112.6	110.5	7.9
12	110	107.4	108.6	108.6	107.7	109.0	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.9
14	110	107.4	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.2	112.6	110.6	7.8
16	110	107.4	108.6	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.2	112.6	110.6	7.8
18	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.1	111.8	112.5	113.5	115.4	112.8	110.8	7.9
20	110	107.3	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.5	115.2	112.8	110.6	7.9
22	110	107.5	108.5	108.6	107.7	109.0	111.7	112.4	113.5	115.2	112.6	110.7	7.7
24	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.6	7.9
26	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.1	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.8
28	110	107.5	108.6	108.6	107.7	109.0	111.7	112.3	113.4	115.4	112.8	110.7	7.9
30	110	107.4	108.6	108.6	107.6	108.9	111.7	112.3	113.4	115.3	112.7	110.7	7.9
32	110	107.5	108.5	108.6	107.7	109.0	111.6	112.4	113.4	115.3	112.7	110.7	7.8
34	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.6	112.3	113.4	115.3	112.7	110.6	7.9
36	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.1	111.8	112.5	113.5	115.4	112.9	110.8	7.9
38	110	107.4	108.6	108.6	107.7	108.9	111.6	112.3	113.4	115.3	112.6	110.6	7.9
40	110	107.4	108.5	108.6	107.7	109.0	111.7	112.3	113.4	115.3	112.6	110.7	7.9
42	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.8	112.5	113.6	115.5	112.7	110.8	8.0
44	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.2	115.1	112.5	110.5	7.8
46	110	107.5	108.5	108.6	107.6	109.0	111.7	112.5	113.5	115.5	112.7	110.7	8.0
48	110	107.4	108.4	108.6	107.6	109.0	111.7	112.1	113.4	115.2	112.7	110.6	7.8
50	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.9	111.6	112.2	113.3	115.1	112.6	110.5	7.8
52	110	107.5	108.6	108.7	107.7	109.0	111.8	112.5	113.5	115.5	112.9	110.8	8.0
54	110	107.3	108.5	108.5	107.5	108.9	111.5	112.2	113.3	115.2	112.5	110.5	7.9
56	110	107.4	108.5	108.6	107.6	108.9	111.7	112.3	113.4	115.3	112.8	110.7	7.9
58	110	107.5	108.5	108.6	107.6	109.0	111.7	112.2	113.5	115.2	112.7	110.7	7.7
60	110	107.4	108.6	108.6	107.6	108.8	111.5	112.4	113.4	115.1	112.5	110.6	7.7
T.PROM	110.0	107.4	108.5	108.6	107.6	109.0	111.6	112.3	113.4	115.3	112.7		
T.MAX	110	107.5	108.6	108.7	107.8	109.1	111.9	112.5	113.6	115.6	112.9		
T.MIN	110	107.3	108.4	108.5	107.5	108.8	111.5	112.1	113.2	115.1	112.4		
DTT	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5		

Parametro	Valor (°C)	Incertidumbre
Máxima Temperatura medida	115.6	0.2
Mínima Temperatura medida	107.3	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.3	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.9	0.2
Estabilidad Medida (+-)	0.2	0.0
Uniformidad medida	8.1	0.2



Distribución de la temperatura

Gráfico de temperatura plano superior

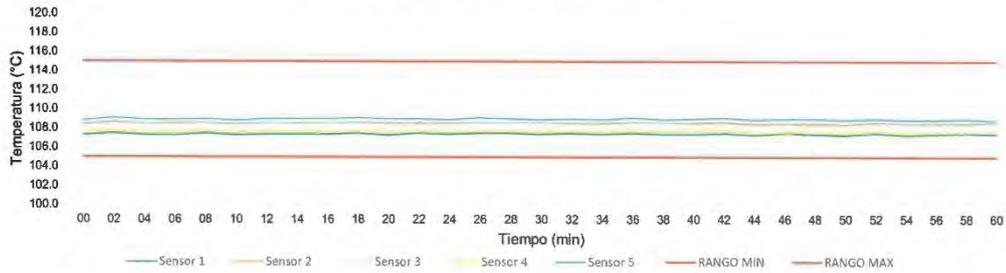
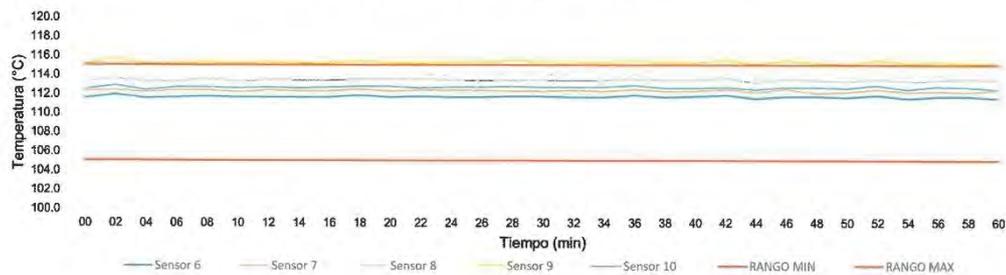


Gráfico de temperatura plano inferior



Incertidumbre:

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Observaciones:

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao
 (+51 1) 562 1263 Cel: 986 654 547 - 943 827 118
 www.pinzuar.com.co

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología****NA-6987-001 R0**

Página 2 de 2

7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	50,9 %h.r.	50,0 %h.r.

8. TRAZABILIDAD

Este certificado de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Equipo de Medición	Código de Identificación	Certificado de Calibración
Pie de Rey de 300 mm- Interiores	015201P	L-25931-002
Pie de rey de 150 mm- Exteriores	015202P	L-23351-001
Profundímetro Digital de 150 mm	025204P	L-25931-003
Balanza Digital 10200 g x 0,01 g	021202P	M-29430-001

9. RESULTADOS

Mediciones realizadas en partes donde indiquen una tolerancia.

Los resultados son el promedio realizado de 5 mediciones

Letras	Características	Resultado	Incertidumbre
N.A.	Peso de la copa y el soporte	4006,67 g	0,25 g
E	Distancia del eje de rotación al eje central de la copa	56,26 mm	0,17 mm
B	Espesor de la copa	1,95 mm	0,11 mm
J	Profundidad de la copa	59,91 mm	0,16 mm
K	Altura de la base	49,80 mm	0,16 mm
M	Ancho de la base	150,82 mm	0,20 mm
L	Longitud de la base	125,66 mm	0,31 mm

 Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

PyS

EQUIPOS

Comercialización de Equipos para Laboratorio de Ingeniería Civil: Suelos, Concreto, Asfalto, Tamices, Mantenimiento y Calibración

CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

Punto de Extensión: 50.8 Milímetros.

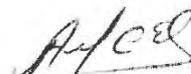
NOMBRE DEL PRODUCTO: TRÍPODE DE EXPANSIÓN PARA CBR.

MARCA DEL PRODUCTO: PYS EQUIPOS.

CODIGO DEL PRODUCTO: PYS142

SERIE DEL PRODUCTO: 330

FECHA: 23/05/2023


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad

PyS
EQUIPOS

 Calle 4, Mz F1 Lt 05 Urb. Virgen del Rosario – SMP – Lima.
 (511) 5220723
 945183033 / 970055989 / 945181317
 ventas@pvs.pe; apoza@pvs.pe; vsalazar@pvs.pe
 www.pvs.pe

 www.facebook.com/pysequi/
 www.instagram.com/pvsequipos_eirl/
 www.tiktok.com/@pvsquipos_eirl



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL-514-2023

Página 1 de 2

Solicitante : **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

Dirección : **MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA – JAEN.**

Instrumento de Medición : **COMPARADOR DE CUADRANTES**

Fabricante : **BAKER**

Modelo : **K50**

Serie : **EJC884**

Alcance de Identificación : **0 – 1”**

División de Escala : **0.001”**

Tipo : **Analógico**

Lugar de Calibración : **Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.**

Fecha de Calibración : **2023-01-31**

Fecha de emisión : **2023-01-31**

Método de calibración empleado

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura	23.7°C	23.7°C
Humedad Relativa	65%	65%

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura K=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 ☎ Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-033-2022

RESULTADO DE MEDICION

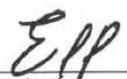
Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1.5-1	0.0984	0.0988	0.0004
5	0.1968	0.1972	0.0004
5-1.5-1	0.2953	0.2956	0.0003
10	0.3937	0.3940	0.0003
10-1.5-1	0.4921	0.4924	0.0003
10-5	0.5906	0.5908	0.0002
10-5-1.5-1	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7876	0.0002
20-1.5-1	0.8858	0.8862	0.0004
20-5	0.9843	0.9846	0.0003

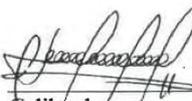
Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
5	Pulg	Pulg	Pulg
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004
	0.1968	0.1972	0.0004

Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia
 0.001 in = 1ml
 1 in = 0.25mm
 1 in = 0.01 pulgada


 Revisado por:
 Eler Pozo S.
 Dpto. de Metrología


 Calibrado por:
 Javier Negrón C.
 Dpto. de Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 ☎ Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

Solicitante : **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

Dirección : **MZA. C LOTE, 11 SEC. PUEBLO LIBRE CAJAMARCA - JAEN - JAEN**

Instrumento de Medición : **COMPARADOR DE CUADRANTES**

Fabricante : **BAKER**

Modelo : **K50**

Serie : **EJC925**

Alcance de Identificación : **0 – 1”**

División de Escala : **0.001”**

Tipo : **Analógico**

Lugar de Calibración : **Laboratorio de longitud – PYS EQUIPOS.**

Fecha de Calibración : **2023-05-18**

Fecha de emisión : **2023-05-18**

Método de calibración empleado

Comparación Directa. Procedimiento de calibración de comparadores de Cuadrante (usando bloques). PC-014 del SNM/INDECOPI. Segunda Edición diciembre 2001

CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura	28.3°C	28.3°C
Humedad Relativa	65%	65%

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $K=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 .Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Bloques Patrón de Longitud	LLA-C-033-2022

RESULTADO DE MEDICION

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
1-1.5	0.0984	0.0984	0.0000
5	0.1968	0.1970	0.0002
5-1-1.5	0.2952	0.2954	0.0002
10	0.3937	0.3938	0.0001
10-1-1.5	0.4922	0.4924	0.0002
10-5	0.5906	0.5908	0.0002
10-5-1-1.5	0.6889	0.6892	0.0003
20	0.7874	0.7876	0.0002
20-1-1.5	0.8858	0.8858	0.0000
20-5	0.9842	0.9844	0.0002

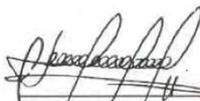
Máxima desviación encontrada en el alcance (fe): 1 ml

Bloques Utilizados	Valor Patrón	Indicación del comparador	Error de Indicación
10-5-1-1.5	Pulg	Pulg	Pulg
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003
	0.6889	0.6892	0.0003

Máxima desviación encontrada en la repetibilidad (fw): 0 ml

Equivalencia
 0.001 in = 1ml
 1 in = 0.25mm
 1 in = 0.01 pulgadas


 Revisado por:
 Eler Pozo S.
 Dpto. de Metrología


 Calibrado por:
 Javier Negrón C.
 Dpto. de Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873, Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC041 - F - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	230097	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
3. Dirección	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA	
4. Equipo	PRENSA CBR	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	PALIO	
Modelo	PE7026,2	
Número de Serie	0422003	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X10	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
5. Fecha de Calibración	2023-06-22	
6. Fecha de Emisión	2023-06-26	

JEFE DE LABORATORIO



Firmado
digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2023.06.26
10:04:57 -05'00'

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC041 - F - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,2 %	LEDI-PUCP INF-LE 014-23 B

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: MAVIN, Modelo: NS4-5T y Serie: HE9701110



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC041 - F - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				$F_{Promedio}$ (kgf)
%	F_i (kgf)	Patrón de Referencia				
		F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)		
10	500	500,6	498,6	498,6		499,3
20	1000	1002,6	1002,4	1002,3		1002,4
30	1500	1503,8	1503,7	1503,6		1503,7
40	2000	2004,8	2004,5	2004,1		2004,5
50	2500	2505,8	2505,8	2505,6		2505,7
60	3000	3006,7	3006,8	3006,1		3006,6
70	3500	3507,9	3507,8	3507,2		3507,6
80	4000	4008,4	4008,8	4007,9		4008,3
90	4500	4509,9	4510,1	4509,7		4509,9
100	5000	5011,4	5011,7	5011,0		5011,4
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0		

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0,14	0,40	---	0,02	0,30
1000	-0,24	0,03	---	0,01	0,30
1500	-0,24	0,01	---	0,01	0,30
2000	-0,22	0,03	---	0,01	0,30
2500	-0,23	0,01	---	0,00	0,30
3000	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
3500	-0,22	0,02	---	0,00	0,30
4000	-0,21	0,02	---	0,00	0,30
4500	-0,22	0,01	---	0,00	0,30
5000	-0,23	0,01	---	0,00	0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0,00 %



13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**Anexo 13. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE
TUSA DE MAÍZ AL SUELO DE SUBRASANTE**

Análisis de precios unitarios de subpartidas

EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO

m3/DIA MO.671.00 EQ.671.00 Costo unitario directo por : m3 **7.37**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ "A"	hh	0.5000	0.0060	28.93	0.17
PEON	hh	2.0000	0.0238	15.92	0.38
0.55					
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.55	2.75
EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y3	hm	0.2000	0.0024	241.06	0.58
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.8000	0.0095	367.56	3.49
6.82					

PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE

m2/DIA MO.3,171.00 EQ.3,171.00 Costo unitario directo por : m2 **3.42**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OFICIAL	hh	1.0000	0.0025	17.62	0.04
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0025	28.93	0.07
PEON	hh	4.0000	0.0101	15.92	0.16
0.28					
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.27	1.35
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135H	hm	1.0000	0.0025	159.96	0.40
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0025	217.44	0.54
2.29					
Subpartidas					
AGUA PARA LA OBRA	m3		0.0300	28.46	0.85
0.85					

CORTE PARA MEJORAMIENTO DE SUELOS

m3/DIA MO.590.00 EQ.590.00 Costo unitario directo por : m3 **6.28**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0014	28.93	0.04
PEON	hh	1.0000	0.0136	15.92	0.22
OFICIAL	hh	1.0000	0.0136	17.62	0.24
0.50					
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.50	2.50
EXCAVADORA SOBRE ORUGA 115-165 HP 0.75-1.4 Y3	hm	1.0000	0.0136	241.06	3.28
5.78					

CONFORMACION DE MEJORAMIENTO DE SUELOS

m3/DIA MO.750.00 EQ.750.00 Costo unitario directo por : m3 **13.81**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0107	28.93	0.31
PEON	hh	3.0000	0.0320	15.92	0.51
0.82					
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.82	4.10
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	0.5000	0.0053	270.61	1.43
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135H	hm	1.0000	0.0107	159.96	1.71
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0107	217.44	2.33
9.57					
Subpartidas					
AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1200	28.46	3.42
3.42					

AGUA PARA LA OBRA

m3/DIA MO.53.00 EQ.53.00 Costo unitario directo por : m3 **28.46**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	1.0000	0.1509	15.92	2.40
Equipos					
MOTOBOMBA 7-10 HP 3-4" (***)	hm	1.0000	0.1509	8.06	1.22
CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 145 - 165 HP , 2000 GLN.	hm	1.0000	0.1509	164.61	24.84
					26.06

DISPOSICION Y CONFORMACION DE MATERIAL EXCEDENTE

m3/DIA MO.1,050.00 EQ.1,050.00 Costo unitario directo por : m3 **3.64**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0008	28.93	0.02
PEON	hh	1.0000	0.0076	15.92	0.12
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.14	0.70
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0076	367.56	2.79
					3.49

TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M A 1000M

M3K/DIA MO.404.00 EQ.404.00 Costo unitario directo por : M3K **7.66**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OFICIAL	hh	0.4812	0.0095	17.62	0.17
Equipos					
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP 4-4.1yd3.	hm	0.4812	0.0095	249.05	2.37
CAMION VOLQUETE 15 M3	hm	1.0000	0.0198	258.87	5.13
					7.49

CENIZA DE TUSA DE MAÍZ AL 6%

m3/DIA MO.740.00 EQ.740.00 Costo unitario directo por : m3 **6.17**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0011	28.93	0.03
OFICIAL	hh	1.0000	0.0108	17.62	0.19
PEON	hh	2.0000	0.0216	15.92	0.34
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.56	0.02
insumos					
Ceniza de tusa de maíz	Kg		0.0600	1.00	0.06
					0.06
Costo total				76.80	

**Anexo 14. PANEL FOTOGRÁFICO DE ELABORACIÓN DE CALICATAS Y
MUESTREO DE SUELOS**

Figura 30

Registro de ubicación de la calicata N° 01



Figura 31

Medición de la profundidad de la calicata N° 02



Figura 32

Muestreo de suelos para clasificación y CBR de la calicata N° 03



Figura 33

Registro de coordenadas de la calicata N° 04



Figura 34

Medición de la profundidad de la calicata N° 05



Figura 35

Registro de coordenadas de la calicata N° 06



Anexo 15. OBTENCIÓN DE LA CENIZA DE TUSA DE MAÍZ

Figura 36

Obtención de la tusa de maíz



Figura 37

Obtención de la ceniza de tusa de maíz.



**Anexo 16. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE ANÁLISIS
GRANULOMÉTRICO**

Figura 38.

Cuarteo de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 01



Figura 39

Pesado de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 02



Figura 40

Tamizado de la muestra de la calicata N° 03



Figura 41

Pesado de la muestra para Análisis Granulométrico de la calicata N° 04



Figura 42

Tamizado de la muestra de la calicata N° 05



Figura 43

Cuarqueo de la muestra para Análisis Granulométrico calicata N° 06



**Anexo 17. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE CONTENIDO DE
HUMEDAD**

Figura 44

Cuarteo de la muestra de la calicata N° 01



Figura 45

Colocación en el horno de la muestra de la calicata N° 02



Figura 46

Cuarteo de la muestra en el horno de la calicata N° 03



Figura 47

Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 04



Figura 48

Secado de la muestra en el horno de la calicata N° 05



Figura 49

Pesado de la muestra de la calicata N° 06



**Anexo 18. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE LÍMITES DE
ATTERBERG**

Figura 50

Ensayo de límite plástico de muestra de calicata N° 01



Figura 51

Ensayo de límite plástico de muestra de calicata N° 02



Figura 52

Ensayo de límite líquido de muestra de calicata N° 03



Figura 53

Ensayo de límite plástico de muestra de calicata N° 04



Figura 54

Ensayo de límite plástico de muestra de calicata N° 05



Figura 55

Tamizado por malla N° 40 para ensayo de límites calicata N° 06



**Anexo 19. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE PROCTOR Y CBR SIN
ADICIÓN**

Figura 56

Ensayo de Proctor de la muestra de calicata N° 03

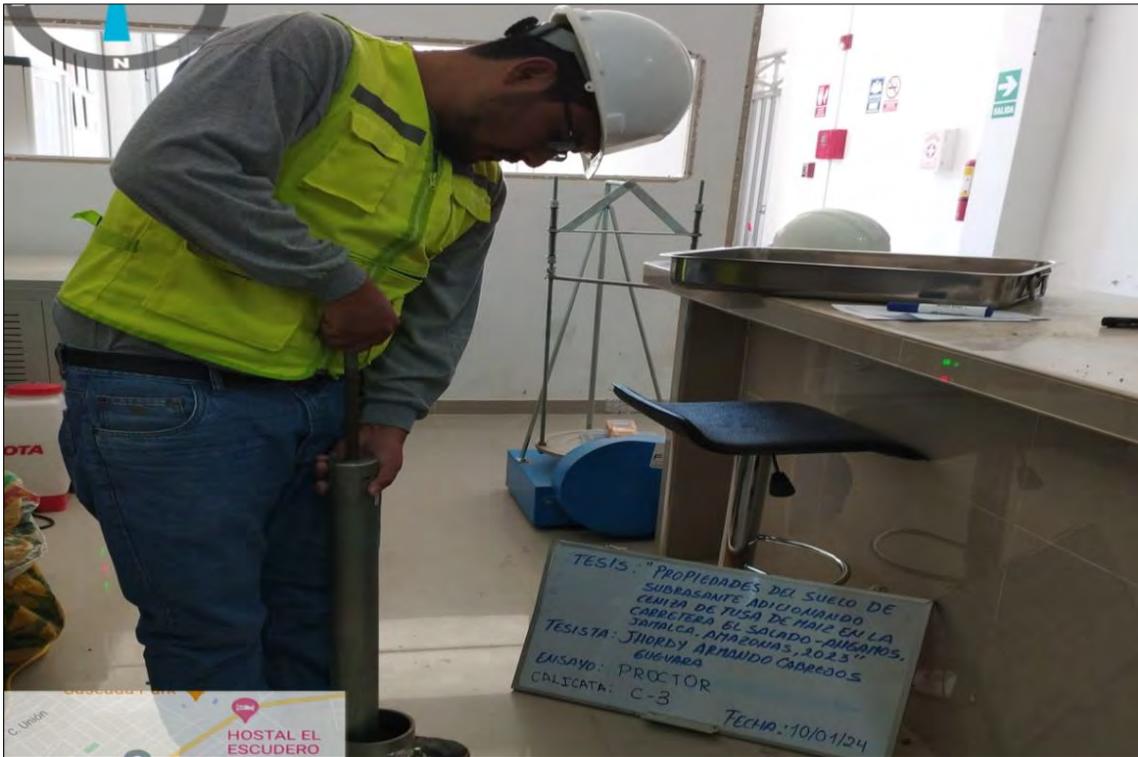


Figura 57

Ensayo de CBR de la muestra de calicata N° 06



Figura 58

Pesado de la muestra para ensayo de Proctor de calicata N° 06



Figura 59

Ensayo de CBR de muestra de calicata N° 03



**Anexo 20. PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS DE PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS CON ADICIÓN DE CENIZA DE TUSA DE MAÍZ PARA LA
MUESTRA DE CALICATA N° 3**

Figura 60

Tamizado con adición de 4%



Figura 61

Límite líquido con adición de 2%



Figura 62

Límite plástico con adición de 6%



Figura 63

Proctor con adición de 2%



Figura 64

Peso de muestra para ensayo CBR con adición de 2%



Figura 65

Ensayo de CBR con adición de 2%

