



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS**

**Estabilización del suelo usando ceniza de bagazo de caña
de azúcar para caminos no pavimentados**

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

Autor

Bachiller Prada Torres, Juan Carlos
<https://orcid.org/0000-0002-8743-4068>

Asesor

Mg. Villegas Granados Luis Mariano
<https://orcid.org/0000-0001-5401-2566>

Línea de Investigación

Ingeniería, Infraestructura y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

**ESTABILIZACIÓN DEL SUELO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE
AZÚCAR PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS**

Aprobación del jurado

MG. BALLENA DEL RIO PEDRO MANUEL

Presidente del Jurado de Tesis

DR. MARIN BARDALES NOE HUMBERTO

Secretario del Jurado de Tesis

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

Vocal del Jurado de Tesis

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy **egresado (s)** del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**ESTABILIZACIÓN DEL SUELO USANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR
PARA CAMINOS NO PAVIMENTADOS**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Prada Torres Juan Carlos	DNI: 71985704	
--------------------------	---------------	---

Pimentel, 27 de marzo del 2023.

Dedicatoria

A Dios por brindarme la vida y siempre guiar cada paso que he dado.

A mis padres, Juan y Elena que siempre me brindaron de su apoyo.

A mi hermano Bryan que siempre estuvo apoyándome.

A todas las personas que me brindaron su ayuda y siempre estuvieron conmigo.

Y en general a toda mi familia y demás personas por el apoyo y cariño brindado.

Juan Carlos Prada Torres

Agradecimientos

Agradecer primeramente a Dios que siempre estuvo encaminándome por el mejor sendero venciendo adversidades y saliendo airoso antes distintos desafíos.

Agradecer a cada una de las personas que fueron participes en la realización de este trabajo, en especial reconocimiento especial a mi madre que con mucho esfuerzo y dedicación me ayudo a culminar mi carrera universitaria y me dio el apoyo necesario para culminar con esta pequeña meta.

De igual manera mi hermano que siempre fue un gran apoyo para mí.

Y a cada uno de mis tutores que, a lo largo de toda la carrera universitario, me brindaron sus enseñanzas y que hasta después de culminar han estado apoyándome.

Juan Carlos Prada Torres

Índice

Dedicatoria.....	IV
Agradecimientos.....	V
Índice de tablas	VII
Índice de figuras	IX
Índice de formulas	XI
Resumen	XII
Abstract.....	XIII
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Hipótesis	19
1.4. Objetivos	19
1.5. Teorías relacionadas al tema	20
II. MATERIALES Y MÉTODO	33
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	33
2.2. Variables, Operacionalización.....	33
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	38
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	39
2.6. Criterios éticos	43
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
3.1. Resultados	44
3.2. Discusión.....	97
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
4.1. Conclusiones.....	99
4.2. Recomendaciones	101
REFERENCIAS	102
ANEXOS.....	106

Índice de tablas

Tabla I <i>Símbolos de identificación</i>	23
Tabla II Granulometría según el tamaño de partículas.	23
Tabla III Analogía del tipo de suelo según clasificación: AASHTO y SUCS.....	25
Tabla IV Nivel de la subrasante por encima de la napa freática.....	30
Tabla V Categorías de la subrasante	32
Tabla VI Operacionalización de la variable independiente	34
Tabla VII Operacionalización de la variable dependiente	35
Tabla VIII Ensayos a muestra Patrón	37
Tabla IX Ensayos de la combinación de suelo con CBCA.....	37
Tabla X Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 01	45
Tabla XI Distribución según el tamaño de partículas para calicata 01	46
Tabla XII Límites de consistencia de la calicata 01	46
Tabla XIII Clasificación del suelo de calicata la 01.....	47
Tabla XIV Análisis granulométrico por tamizado calicata 02	48
Tabla XV Distribución según el tamaño de partículas para calicata 02.....	49
Tabla XVI Límites de consistencia de la calicata 02	49
Tabla XVII Clasificación del suelo de calicata la 02	50
Tabla XVIII Análisis granulométrico por tamizado calicata 03	51
Tabla XIX Distribución según el tamaño de partículas para calicata 03.....	52
Tabla XX Límites de consistencia de la calicata 03	52
Tabla XXI Clasificación del suelo de calicata la 03	53
Tabla XXII Análisis granulométrico por tamizado calicata 04	54
Tabla XXIII Distribución según el tamaño de partículas para calicata 04.....	55
Tabla XXIV Límites de consistencia de la calicata 04.....	55
Tabla XXV Clasificación del suelo de calicata la 04.....	56
Tabla XXVI Análisis granulométrico por tamizado calicata 05	57

Tabla XXVII Distribución según el tamaño de partículas para calicata 05	58
Tabla XXVIII Límites de consistencia de la calicata 05.....	58
Tabla XXIX Clasificación del suelo de calicata la 05.....	59
Tabla XXX Análisis granulométrico por tamizado calicata 06.....	60
Tabla XXXI Distribución según el tamaño de partículas para calicata 06	61
Tabla XXXII Límites de consistencia de la calicata 06.....	61
Tabla XXXIII Clasificación del suelo de calicata la 06.....	62
Tabla XXXIV Resumen de clasificación de las calicatas	62
Tabla XXXV Resumen de límites de consistencia	63
Tabla XXXVI Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 01	65
Tabla XXXVII Resultado CBR - Calicata 01	67
Tabla XXXVIII Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 02	69
Tabla XXXIX Resultado CBR - Calicata 01	71
Tabla XL Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 03.....	73
Tabla XLI Resultado CBR - Calicata 03	75
Tabla XLII Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 04	77
Tabla XLIII Resultado CBR - Calicata 04	79
Tabla XLIV Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 05.....	81
Tabla XLV Resultado CBR - Calicata 05.....	83
Tabla XLVI Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 06.....	85
Tabla XLVII Resultado CBR - Calicata 05.....	87
Tabla XLVIII Ensayos de calicatas sin adición de cenizas.	89
Tabla XLIX Resumen de ensayos de calicatas con adición de cenizas.....	90
Tabla L Resumen general de ensayo CBR.....	91
Tabla LI Resumen general de ensayo Proctor.....	92

Índice de figuras

Fig. 1. Clasificación de suelos AASHTO.....	21
Fig. 2. Rango de índice de plasticidad y Límite líquido.....	22
Fig. 3. Clasificación del suelo según SUCS	24
Fig. 4. Gráfica de plasticidad.....	25
Fig. 5. Diagrama del flujo del proceso.	39
Fig. 6. Calicata en el sector Macalopú.....	40
Fig. 7. Ceniza de bagazo de caña de azúcar después de incinerarse.	41
Fig. 8. Curva Esfuerzo vs Temperatura	44
Fig. 9. Proporción de finos	64
Fig. 10. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 01	66
Fig. 11. Valor de CBR 0.1" de Calicata 01.....	67
Fig. 12. Valor de CBR 0.2" de Calicata 01.....	68
Fig. 13. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 02	70
Fig. 14. Valor de CBR 0.1" de Calicata 02.....	71
Fig. 15. Valor de CBR 0.2" de Calicata 02.....	72
Fig. 16. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 03	74
Fig. 17. Valor de CBR 0.1" de Calicata 03.....	75
Fig. 18. Valor de CBR 0.2" de Calicata 03.....	76
Fig. 19. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 04	78
Fig. 20. Valor de CBR 0.1" de Calicata 04.....	79
Fig. 21. Valor de CBR 0.2" de Calicata 04.....	80
Fig. 22. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 05	82
Fig. 23. Valor de CBR 0.1" de Calicata 05.....	83
Fig. 24. Valor de CBR 0.2" de Calicata 05.....	84
Fig. 25. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 06	86
Fig. 26. Valor de CBR 0.1" de Calicata 06.....	87

Fig. 27. Valor de CBR 0.2" de Calicata 06.....	88
Fig. 28. Consolidados de graficas de Proctor de las Calicatas 1,2 y 3 con sus combinaciones	93
Fig. 29. Consolidados de graficas de Proctor de las Calicatas 4,5 y 6 con sus combinaciones	94
Fig. 30. Consolidados de CBR 0.1" al 95%	95
Fig. 31. Consolidados de CBR 0.1" al 100%	96

Índice de formulas

Ecuación 1 <i>Humedad de Compactación</i>	31
Ecuación 2 <i>Porcentaje de Expansión</i>	31
Ecuación 3 <i>Contenido de Humedad del suelo</i>	41
Ecuación 4 <i>Contenido de Humedad del suelo (Formula Simplificada)</i>	42

Resumen

En la construcción siempre se está en la búsqueda de nuevas tecnologías y/o herramientas que mejoren los aspectos constructivos disminuyan los efectos ambientales, en el caso de la estabilización, y en especial está investigación donde tiene como finalidad el mejoramiento de una vía no pavimentada incorporando cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA).

Esta búsqueda de nuevos agentes estabilizantes es debido a los altos costos de los estabilizadores comunes, y la de necesidad de darle un mejor uso a los desechos industriales evitando la dispersión sin cuidado al medio ambiente.

Esta investigación de tipo experimental analizó el comportamiento mecánico de un suelo arcilloso estabilizado con CBCA por medio de ensayos de compactación y Ensayo de Ratio de rodamiento de California (CBR), y ensayo de Compresión no Confinada, con combinaciones de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% de CBCA.

Por medio del ensayo de compresión no confinada (UCS) que se realizó para obtener la temperatura de quemado, indica que el mayor esfuerzo se obtiene al quemar la CBCA a 650°C con un valor de esfuerzo máximo de 6.56 kg/cm², en cuanto a las propiedades físicas es un suelo de tipo arena arcilloso. En los ensayos mecánicos como el ensayo de CBR se obtiene que el porcentaje óptimo es 7.5% de CBCA, aumentando los valores iniciales del suelo en casi 30%, teniendo un valor inicial de 13.12% y llegando a 17.06% con la adición del porcentaje óptimo de CBCA, concluyendo que la CBCA logra mejorar el suelo.

Palabras Clave: Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA), Estabilización, CBR, Proctor Modificado, ensayos de compresión no confinada (UCS).

Abstract

In construction, there is always a search for new technologies and/or tools to improve the construction aspects and reduce the environmental effects, in the case of stabilization, and especially in this research where the purpose is to improve an unpaved road by incorporating sugar cane bagasse ash (CBCA).

This search for new stabilizing agents is due to the high costs of common stabilizers, and the need to give a better use to industrial wastes avoiding their careless dispersion to the environment.

This experimental research analyzed the mechanical behavior of a clayey soil stabilized with CBCA by means of compaction tests and California Bearing Ratio (CBR) and unconfined compression tests, with combinations of 2.5%, 5.0%, 7.5% and 10.0% of CBCA.

By means of the unconfined compression test (UCS) that was performed to obtain the burning temperature, it indicates that the highest stress is obtained by burning the CBCA at 650°C with a maximum stress value of 6.56 kg/cm², in terms of physical properties it is a clayey sand type soil. In the mechanical tests such as the CBR test, the optimum percentage is 7.5% of CBCA, increasing the initial values of the soil by almost 30%, having an initial value of 13.12% and reaching 17.06% with the addition of the optimum percentage of CBCA, concluding that the CBCA manages to improve the soil.

Keywords: Sugarcane bagasse ash (CBCA), Stabilization, CBR, Modified Proctor, unconfined compression tests (UCS).

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Los autores [1] indican que suelos con arcillas expansivas presentan problemas que afectan a los pavimentos losas y otras obras de ingeniería ya que estos tienden a hincharse y contraerse, estos presentan variaciones depende al cambio estacional.

Los suelos que se estabilizan con ceniza de bagazo se suelen secarse y aumentan su fuerza debido al sílice que este residuo agroindustrial presenta lo hace favorable para construcciones en zonas donde la humedad es mayor de lo normal. [2]

En su investigación [3] menciona que el suelo debe soportar cargas y las deformaciones que se presenten cuando estas sean transferidas a tierra deben estar en un rango establecido, para esto el suelo debe tener propiedades físicas y geotécnicas que le permitan un óptimo desempeño ante la variabilidad de las cargas. Los suelos arcillosos tienden a ser un problema ya que al humedecerse se vuelven adhesivos, mientras que cuando se secan tienen a caracterizarse por que se generan grietas, Por lo tanto, es imprescindible mejorar las propiedades del suelo. y así evitar deterioro en nuestras estructuras.

Por otro lado [4] nos dicen que los suelos expansivos por su afinidad al agua presentan un moderado hinchamiento, estos suelen sufrir grandes cambios con las variaciones de humedad, al momento de estabilizarlos con cal o materiales cementantes ricos en calcio, estos presentan un mal comportamiento ante el hinchamiento, por eso es recomendable para contrarrestar esto adicionado ceniza volante, de forma que la contaminación del medio ambiente por parte de la ceniza se evite y reduciendo las probabilidades de que las bajas propiedades geotécnicas de nuestros suelos dañen nuestras estructuras.

El tipo de suelo algodón negro o Regur podrían evitarse pérdidas millonarias en la industria de la construcción, disminuyendo costos en las reparaciones de las estructuras si estos fueran tratados anteriormente, una opción son los desechos agrícolas que mayormente se encuentran en proporciones más altas que las plantas cultivadas anualmente siendo estos

después de un proceso de triturado y convertido a ceniza una opción viable y económica para el tratamiento y mejoramiento del suelo, dando un mejor comportamiento geotécnico ante nuestras estructuras. [5]

Para [6] el mayor problema de los suelos expansivos es el hinchamiento y contracción que estos presentan siendo un problema aun mayor cuando se da en climas tropicales, en este estudio se usó los residuos orgánicos con la finalidad de que estos no sean arrojados al medio ambiente y mantenimiento la sostenibilidad ambiental.

En su investigación [7] usando materiales de desechos orgánicos para mejorar los suelos y así mejorar la sostenibilidad medioambiental, si bien es cierto se pueden usar diversos materiales químicos con buenos resultados, ellos se plantean el uso de materiales como cenizas de materiales orgánicos siendo la finalidad el respeto a la naturaleza y mejorar las propiedades del suelo

El uso de ceniza de bagazo de residuos ayuda en la disminución del hinchamiento que presentaban los suelos arcillosos, además mejoraron la resistencia de la compresión no confinada y aumentando el CBR. [8]

Los autores [9] dicen que los cambios de volumen en algunos tipos de suelos ya sea por sus malas condiciones geotécnicas, sumado con la humedad que muchas veces presenta es causante de que el pavimento presente fallas y deterioros a temprana edad, por eso se debe buscar una soluciones económicas y medioambientales cuyo fin será modificar la viabilidad del suelo haciendo más eficaz para soportar cargas y enriqueciendo sus propiedades físicas y mecánicas.

Los últimos años que ante los problemas que presentan los suelos que muchas veces no son aptas para la construcción se busca nuevos métodos y hoy en día la atención se centró en los residuos industriales ayudando tambien en la gestión de estos residuos. [10]

Otra investigación menciona que los suelos de bajas propiedades de resistencia que provocan daños tanto a nuestras estructuras como pavimentos, por eso donde el material de préstamo no sea una opción por sus altos costos, es necesario buscar un método eficiente y económico de estabilización de suelo, siendo la ceniza un buen estabilizante, que no solo

provee mejora al suelo si no tambien le da un uso a este y evita que se disperse en el medio ambiente evitando la contaminación [11]

En su estudio [12] un gran problema es la contaminación del agua a causa de las cenizas volantes debido a la combustión del carbón, por eso plantean la utilización de estas para mejorar la subrasante con bajas propiedades geotécnicas que no las hacen aptas para la construcción sin un previo mejoramiento.

En Abancay [13] los suelos de subrasante son de tipo limoso con alta plasticidad, sostienen que en una carretera lo que menos se requiere es hacer grandes movimientos de tierra por suelos que no cumplen las condiciones adecuadas, por lo mismo plantean buscar buenas soluciones que mejoren las propiedades de este y que sean económicas y amigables con nuestro entorno.

Amazonas una de las zonas más transitadas porque promueve el Turismo y Comercios es la región es la vía Chachapoyas - Huancas, pero esta no se encuentra pavimentada sumando a su inestabilidad y sus malas propiedades geotécnicas, por eso los autores plantean una solución óptima para mejorar las propiedades de este usando cal y ceniza, para así mejorar la capacidad portante y mejorando la transitabilidad de la vía. [14]

En la región Lambayeque se estudiaron distintas formas de optimizar las propiedades del suelo, en este estudio se hicieron usos de las bio tecnologías como una nueva alternativa, que consiste en incorporar bacterias calcificantes al suelo, donde estas tienen como función brindarle carbono de calcio, de esta forma mejorar las propiedades del suelo, se obtuvieron resultados un mejor comportamiento por parte suelo-estructura. Con esta forma de estabilización se buscan disminuir costos y minimizando problemas ambientales. [15]

La problemática en los suelos de vías no pavimentadas de nuestra región, buscan alternativas donde se aumenta las características del pavimento, se usó de sodio donde mejoran las propiedades en suelos arenos arcillosos. Se busca mejorar la resistencia al incorporar este elemento, donde la vía tenga una mejor respuesta ante el tránsito de vehículos de distinta índole y por ende sea una respuesta económicamente sustentable a la construcción de pavimentos. [16]

En su investigación [17] llamada “Expansive Soil Stabilization y Bagasse Ash in Partial Replacement of Cement” donde nos hablan sobre el reemplazo de la ceniza de bagazo en sustitución del cemento tipo Portland como agente estabilizante, nos dicen que cuando la relación de reemplazo no es mayor al 20% los valores que arrojan los ensayos de CBR, son incluso más altos que los suelos estabilizados con cemento Portland. [18] son otros investigadores que en su estudio “Analysis of the physical, hydraulic, and mechanical properties of sugar bagasse ash-clay geomateria” concluyen que al incluir 8% de ceniza de bagazo de caña de azúcar se obtiene el mejor resultado al realizar el ensayo de compresión no confinada teniendo un aumento del 58%.

En su estudio [19] “A comparative Study on soil stabilization relevant to transport infrastructure using bagasse ash and stone dust and cost effectiveness” el uso de ceniza de bagazo en proporciones que van desde 2% a 10% tuvo un incremento muy alto en el CBR del suelo llegando a incrementar con respecto a la muestra patrón en 120% y 225% en muestras secas y muestras húmedas respectivamente, haciendo un estabilizador rentable en comparación de otros agentes usados para el mismo propósito. [20] en su investigación denominada “Blending lime with sugarcane bagasse ash for stabilizing expansive clay soils in subgrade” concluyen que la CBCA es un estabilizador siendo el porcentaje óptimo el 5% al dar como resultados mejorando los límites de Atterberg, obteniendo una mejora en el CBR desde 12% que fue del suelo no estabilizado hasta 48% que se obtuvo después de analizar el suelo al incluir la ceniza de bagazo.

Las cenizas volantes es perjudicial para el medio ambiente, por ello [21] en su investigación “Utilization of Fly Ash and Waste Ceramic in Improving Characteristics of Clayey Soil: A Laboratory Study” tiene como objetivo el uso de estas para la estabilización de suelo arcilloso, teniendo como resultado que al añadir porcentaje mayor al 10% de ceniza esta no tendrá un aumento significativo en el aumento del valor en el CBR, estando el porcentaje óptimo en un valor que va entre el 7% y 8%, las centrales térmicas también generan exorbitantes cantidades de cenizas que tiene efectos nocivos en la salud y medio ambiente, por ello [22] en su investigación “ Modeling for the use of waste materials (Bottom ash and fly

ash) in soil stabilization”, usa un porcentaje óptimo de ceniza de 9% para estabilizar suelos, sometiendo a la mezcla a las Pruebas de Atterberg, Prueba de Proctor y las pruebas de CBR, siendo en esta última en la que se obtuvo un aumento de 4.27%. Los investigadores [23], en su investigación “Soil stabilization with lime and fly ash” cuyo objetivo fue la comparación al agregar ciertos porcentajes de cal y ceniza volante en proporcionales de 4%, 6% y 8%, por medio de ensayos límites de atterberg y CBR concluyen que la cantidad de ceniza optima es de 8% en esta proporción en los límites de consistencia reducen su plasticidad, y su resistencia aumenta en 20%. [24] y su investigación “Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA) and sugarcane bagasse ash (SCBA)” donde el objetivo es el mejoramiento de los suelos de subrasante se usó ceniza de bagazo de caña de azúcar y ceniza de cascarilla de arroz en porcentajes de 5%, 7.5% y 10% donde el óptimo fue 5% donde el CBR, mejora desde un 12% hasta su pico máximo en esta combinación el cual fue 33.75%. [25] usaron la ceniza de bagazo, concluyendo las proporciones adecuadas para una estabilización donde el CBR aumentara en 25%, se dio al agregador 8% de ceniza de bagazo y 3 % de cal. El investigador [26] en su estudio “Estabilización de la subrasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja”, concluye que los suelos que se estabilizaran son de tipo arena limosa con grava, siendo una proporción optima de 35% para un mejoramiento en 24.7% de CBR.

El estudio sobre la estabilización de suelos utilizando ceniza de bagazo de caña de azúcar para vías no pavimentadas es importante debido a varias razones. En primer lugar, las vías no pavimentadas son fundamentales para conectar comunidades rurales, permitiéndoles acceder a servicios básicos, sin embargo, estas vías a menudo son poco transitables. Por lo que, la estabilización del suelo es crucial para mejorar la durabilidad y la resistencia de estas vías. La utilización de CBCA como material de estabilización es una alternativa sostenible y económica, ya que se trata de un subproducto de la industria azucarera que se produce en grandes cantidades. Además, su uso contribuye a la reducción de residuos y a la disminución del impacto ambiental, siendo una alternativa viable para las vías no pavimentadas, la ejecución de esta investigación ha respondido a las expectativas y

demandas, ya que ha brinda una solución efectiva para mejorar las vías no pavimentadas. En conclusión, la investigación sobre la estabilización de suelos utilizando CBCA es importante por ser una alternativa sostenible y económica que contribuye a la reducción de residuos y al cuidado del medio ambiente.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de una vía no pavimentada?

1.3. Hipótesis

La ceniza de bagazo de caña de azúcar mejorará las propiedades mecánicas en el suelo para una vía no pavimentada.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas una vía no pavimentada.

Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades físico-mecánicas en el suelo de la vía no pavimentada.
- Determinar la temperatura optima de quemado para la ceniza de bagazo de caña de azúcar (550° C, 600° C, 650° y 700° C).
- Caracterizar las propiedades mecánicas incorporando CBCA en 2.5%, 5%, 7.5% y 10%.
- Determinar el porcentaje óptimo de CBCA.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Suelo.

- Definición

Para [27] mencionan: “Los suelos representan al de material térreo, como rellenos y/o desperdicios, incluyendo las arenas, quedando excluidas los depósitos de sedimentos que no se disgregan velozmente” (p.34). El concepto de [28], “Este es una capa fina sobre el manto terrestre y este material es proveniente de la desintegración químico – físico tanto de resto de seres vivos que se asentaron sobre ellas y así mismo como de las propias rocas” (p.18). Por otro lado, [29], da como concepto: “Es el conjunto de partículas minerales que se pueden separar por medios mecánicos sin hacer mucho esfuerzo como por ejemplo la agitación en el agua” (p.4).

- Clasificación de los suelos.

Clasificación AASHTO:

Según [30]. “Sistema creado en el año 1929 llamado con el nombre “Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras” o mayormente como AASHTO, en donde separa a los suelos en siete grupos: A-1 a A-7” (p.78)

Los principales criterios de esta clasificación son los siguientes:

1. Según el tamaño del grano tendremos tres tipos de suelos: limo, arenas y gravas.
2. Plasticidad: cuando en el suelo se encuentra un Índice de Plasticidad (IP) de 10 o menos se le llamada limoso caso contrario cuando sea mayor a 11 será arcilloso. (p. 80)

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.		51 mín.				
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Núm. 200	15 máx.	25 máx.					
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
Grupo de clasificación		A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†		
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10							
Núm. 40							
Núm. 200		36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido		40 máx.	41 mín.	40 máx.	40 máx.	41 mín.	41 mín.
Índice de plasticidad		10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes		Suelos limosos			Suelos arcillosos		
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo						

*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$

†Para A-7-6, $PI > LL - 30$

Fig. 1. Clasificación de suelos AASHTO

Nota. Esta clasificación está dividida en 07 grupos que van desde A-1 a A-7, siendo los grupos A-1, A-2 y A-3 de composición granular. Los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 de composición arcillosa.

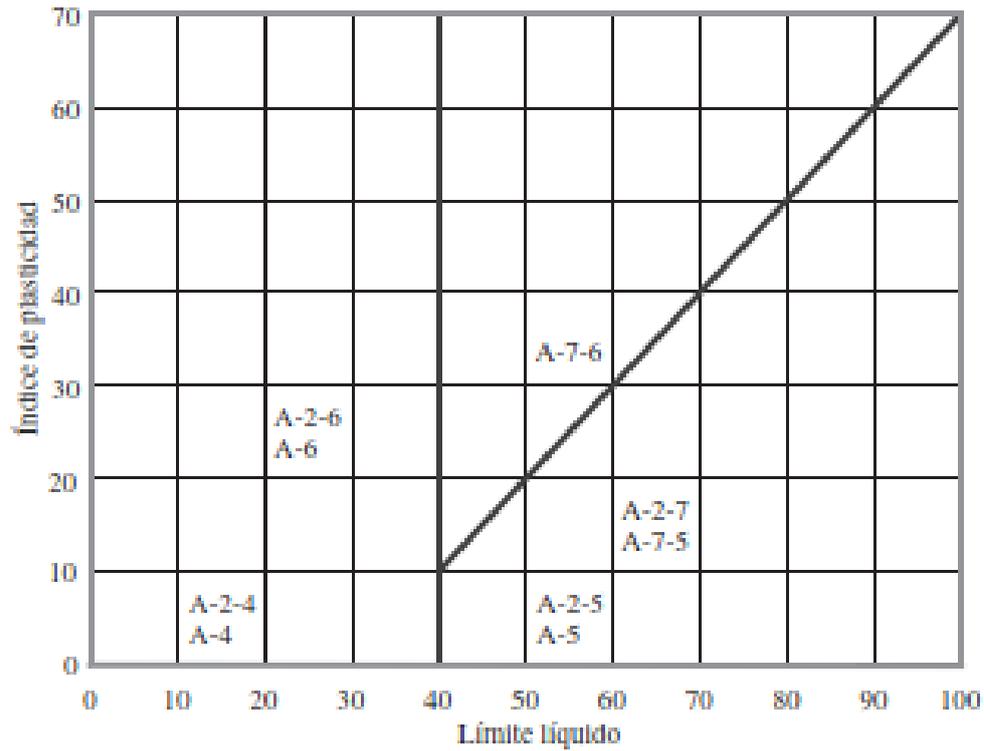


Fig. 2. Rango de índice de plasticidad y Límite líquido.

Clasificación SUCS.

Según [30] Método propuesto por Arthur Casagrande para ver el tipo de suelo donde se asentaría la estructura que estaba en construcción bajo su supervisión, hoy día llamado SUCS, da una clasificación que va desde granos gruesos a granos finos.

Tabla I*Símbolos de identificación*

Símbolo	Descripción
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Limos orgánicos y arcillas
Pt	Turba suelo altamente orgánico
H	Alta plasticidad
L	Baja plasticidad
W	Bien graduado
P	Mal graduado

Nota. Esta tabla muestra el símbolo de cada tipo de suelo, estos símbolos serán usados para la clasificación por tipo SUCS.

Tabla II

Granulometría según el tamaño de partículas.

Tipo de material	Tamaño de partículas
Grava	75 mm – 4.5 mm
	Arena gruesa mm – 2.00 mm
Arena	Arena media 2.00 mm – 0.425 mm
	Arena fina 0.425 mm – 0.075 mm
Material fino	Limo 0.075 mm – 0.005 mm
	arcilla Menos a 0.005 mm

Nota. En esta tabla se presenta la distribución de partículas según su tamaño después de haber realizado el tamizado correspondiente.

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
		Menos de 5% finos ^a	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Gravas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
		Más de 12% finos ^{a,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW	
		Menos de 5% finos ^b	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
Arenas con finos	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM		
	Más de 12% finos ^{a,d}	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC	
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2) ^e	CL
		Orgánico	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2) ^e	ML
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
			Gráficos PI en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
		Orgánico	Gráficos PI por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
			$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico		Pt	

^aGravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

^bArenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$^c C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Fig. 3. Clasificación del suelo según SUCS

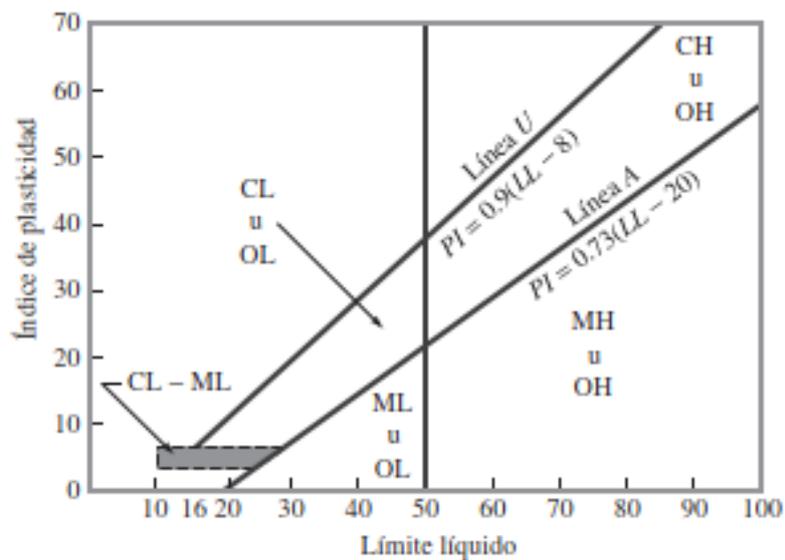


Fig. 4. Gráfica de plasticidad

Nota. En esta tabla se presenta la distribución de partículas según su tamaño después de haber realizado el tamizado correspondiente.

Tabla III

Analogía del tipo de suelo según clasificación: AASHTO y SUCS

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos SUCS
A - 1 - a	GW - GP - GM - SW - SP - SM
A - 1 - b	GM - GP - SM - SP
A - 2	GM - GC - SM - SC
A - 3	SP
A - 4	CL - ML
A - 5	ML - MH - CH
A - 6	CL - CH
A - 7	CH - MH - CH

- **Propiedades**

Granulometría

El concepto dado por [31], “Esta representa la asignación según el tamaño del grano hallado mediante un proceso ya establecido, para luego clasificarla y estimar con aproximación sus propiedades para usarlas según nuestro interés.” (p.30)

Para [28], “La granulometría es definir en proporciones las distintas dimensiones de partículas. Para hallar la composición granulométrica del mismo existen varios procedimientos siendo el más usado el tamizado, mientras más pequeña sea la partícula más difícil se hará el mismo siendo teniendo que recurrir a procedimientos de sedimentación, una vez conocida la composición de acuerdo al tamaño de las partículas estas se representará mediante una curva cuyo nombre es “Curva Granulométrica” (p.46)

Para [32] para hallar la granulometría se hace mediante procesos ya establecidos usa tamices ya normados. En algún caso se usará el método de sedimentación, una vez realizado el proceso donde el suelo pasen por las mallas con los porcentajes de suelo retenidos se construirá una gráfica con forma semilogarítmica.

Plasticidad

Lo descrito por [27]. “Definen a la plasticidad como la capacidad del suelo de resistir deformaciones, sin rebote, además sin que se presente variabilidad volumétrica considerable ni mucho menos se resquebraje o desmorone (p.127)

Es la propiedad de los suelos que se caracteriza por no desintegrarse hasta cierto límite de humedad, dependiendo únicamente de las partículas finas [31].

Estabilización de suelos

- Definición

Procedimiento que se realiza para alterar las propiedades del suelo teniendo en cuenta el bajo costo y llevando un control in situ del control de calidad, teniendo principalmente dos formas de mejoramiento de suelo.

La estabilización mecánica conlleva al uso de métodos que mejoran las propiedades sin la adición de agente químicos este procedimiento comprende métodos como: Compactación, precarga, drenes de arenas entre otros [30] (p. 266)

Estabilizar el suelo es la corrección de deficiencias en las propiedades físicas mediante el uso de productos, naturales o sintéticos, estos mejoramientos se realizarán a los suelos donde al realizarse pruebas de CBR da como resultados que es un suelo con una Subrasante inadecuada o pobre para la construcción de algún pavimento o estructura vial. [31]. Otro concepto dado por [31] sería "Mejor el suelo es dotar al mismo de la permanencia de sus propiedades mecánicas, usando técnicas variadas desde la incorporación de algún material químico, la adición de otro suelo o algún otro agente estabilizante para luego ser compactada con la finalidad de un aumento del porcentaje su resistencia.

- **Propiedades del suelo que se mejoran mediante la estabilización**

Estabilidad volumétrica

La mejora del suelo es una opción viable considerando las distintas cargas que este soportará, su interacción con el agua, etc. En el proceso del mejoramiento del suelo se pretende transformar una masa rígida a una granulada, donde las partículas estén unidas y sean ampliamente fuertes para que pueda soportar las presiones internas que intenten generar dilatación. [33] (p. 494)

“Actualmente lo que se realiza para evitar los cambios volumétricos o lograr reducirlos en su mayoría consiste en echar agua de forma gradual al suelo y luego aplicando cargas que equilibren, el suelo reduciendo la presión de expansión” [34] (p. 77)

Resistencia mecánica.

“La resistencia de un suelo es menor cuando más contenido de humedad posee por eso se usan métodos de estabilización por medios de compactación, precargar, etcétera, así como también mediante el uso de un agente químico como aditivos, cemento, entre otros. [33] (p. 495)

- **Tipos de estabilización**

“Los métodos más usados para el mejoramiento del suelo es por medio de la adicionándoles algún químico o estabilización de suelo por medio de maquinaria (estabilización mecánica)

Estabilización química

El agente que se usará para estabilizar el suelo debe ser seleccionado debe garantizar la confiabilidad de mejoramiento de las propiedades requeridas según el proyecto. [35]

Estabilización mecánica.

Para [30] se logra un mejoramiento considerable del suelo sin usar agentes reactivos de importancia, siendo la compactación el más empleado uno aplicándole principalmente a la subbase, base y asfalto.

Estabilización mixta

Para [36], este método es la mejor forma de mejorar las propiedades de un suelo, se pueden usar estabilizadores químicos como polvos (ceniza), cemento entre otros, luego combinándolo y que este reaccione con el suelo, luego mediante la estabilización mecánica haciendo uso de maquinaria compactarlo elevando en grandes proporciones haciendo un suelo óptimo para el soporte de las distintas cargas viales.

- **Criterios geotécnicos.**

Según el [31]:

1. Serán suelos óptimos para la construcción a nivel de Subbase los que tenga $CBR \geq 6\%$. Si se diera el caso de tener un valor menor al requerido al suelo le hará un estudio para así ver la manera más económica y que brinde un aumento en resistencia agregándole algún aditivo u otra alternativa de estabilización (p. 92)
2. Cuando el suelo sea una arcilla o limo es recomendable proyectarse con una capa anticontaminante de 10 cm como mínimo y como material más económico también se puede usar geotextil según sea justificado por el responsable de la obra. (p.92)
3. Debemos tener en cuenta que la capa de Subbase debe ubicarse arriba del nivel freático según en qué tipo esté clasificada la Subrasante. (p.93)
4. Antes de estabilizar el suelo es primordial identificar el tipo de suelo. (p. 93)

Tabla IV

Nivel de la subrasante por encima de la napa freática.

Clasificación de la Subrasante	Nivel por encima de la napa
Extraordinaria – Muy buena	0.60 m
Buena – Regular	0.80 m
Pobre	1.00 m
Inadecuada	1.20 m

Nota. Esta tabla indica la altura que debe tener la subrasante teniendo en cuenta su estado.

Subrasante

En el manual del [31], definen a la subrasante como: “Zona donde se asentará la estructura, pudiendo está estar o no mejorada aquí se coloca la estructura ya sea afirmado o pavimento (flexible o rígido)” (p.20).

Para [37], menciona que la subrasante parte del pavimento que tolera las cargas del tránsito. El espesor de todo pavimento es proporcional al comportamiento adecuado que tenga esta capa. La subrasante debe tener 3 particularidades, soportar cargas vehiculares durante la construcción del pavimento, prever de una buena resistencia a la compactación de capas de la estructura y soportar las cargas de tránsito durante su vida útil. (p.9)

Ceniza de bagazo de caña de azúcar

La CBCA, deriva de los residuos de la caña de azúcar. Uno de sus usos es como material cementante usado como puzolana. La obtención de la caña de azúcar tiende a ser un proceso tardado ya que desde su plantación hasta cosecha tienden a pasar de 12 a 14 meses. El bagazo es aprovechado para el calentamiento de calderas, siendo éstas muy usadas en la industria azucarera.

Ensayo de compactación Proctor modificado. (Tipo C)

Se aplican 56 golpes al suelo, se harán 05 capas que se colocarán en un cilindro de metal con una dimensión ya establecida. Este ensayo tiene como finalidad obtener la MDS del suelo y de igual forma hallar el contenido OCH. [38]

California Bearing Ratio (CBR)

En su investigación [31] nos dice lo siguiente: “Una vez realizada la clasificación del suelo ya sea por método AASTHO O SUCS, es necesario el ensayo del CBR cuya finalidad es hallar el valor máximo del soporte del suelo referida al 95% para así hallar el valor máximo en densidad seca (p. 35)

“Es un ensayo fundamental que se debe realizar para la construcción de todo tipo de estructura vial, y que mide la relación de valores de la carga y desplazamiento”. [37] (p. 351)

Ecuación 1 Humedad de Compactación

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} * 100$$

Donde:

H, h = Humedad prefijada y natural respectivamente

Ecuación 2 Porcentaje de Expansión

$$\% \text{ expansión} = \frac{L2 - L1}{127} * 100$$

Tabla V

Categorías de la subrasante

Categoría de subrasante	CBR
S ₀ : subrasante inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S ₂ : Subrasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S ₃ : Subrasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S ₄ : Subrasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S ₅ : Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Este estudio se refiere a un enfoque cuantitativo, su propósito es recopilar información para confirmar o refutar la hipótesis planteada.

Tipo de investigación

Es de tipo experimental, efectuando diversos ensayos a las muestras obtenidas intentando buscar una nueva alternativa para que pueda ser evaluada

Diseño de investigación

De aplicación experimental, lo cual se realizan ensayos al tipo de suelo, donde se le añadirá ciertos porcentajes de CBCA, donde se llevará un grupo experimental lo cual nos permite la recolección de datos para su posterior procesamiento.

Según manipulación de variables: Experimental

Según tipo de recolección: Prospectivo

Según número de variables: Descriptivo

$$M_1 \rightarrow Y \rightarrow M_2$$

M₁: Muestra de suelo natural.

M₂: Muestra de suelo natural con adiciones de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar

Y: Ceniza de bagazo de caña de azúcar en los porcentajes de 2.5%, 5%, 7.5% y 10%

2.2. Variables, Operacionalización

Aquí se presenta el proceso de transición de la variable conceptual a una operativa, a través de indicadores que cuantificaran la variable

Tabla VI

Operacionalización de la variable independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA)	Es un desecho de las azucareras que al incinerarse se obtiene CBCA	Se tamizo por la malla N° 270, antes de la incorporación como agente estabilizador	Dosificaciones	Incorporación de CBCA, en porcentajes de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0%	Indagación, revisión de documentos, recolectar datos, equipo de laboratorio "LEM W&C EIRL"	%	Independiente	Porcentaje de CCA incorporando en peso a las probetas de los respectivos ensayos
				Proctor				
				Modificado				
				UCS				
				CBR				

Nota. En esta tabla se presenta indicadores (ensayos, entre otros) que se realizarán a la CBCA

Tabla VII

Operacionalización de la variable dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Vía no pavimentada	Las propiedades del suelo dependen de las características y proporciones de sus componentes que lo constituyen	La estabilización consiste en realizar un mejoramiento al suelo adicionando al CBA como agente estabilizador para mejorar las propiedades mecánicas del suelo.	Muestra patrón	Análisis granulométrico	Revisión documentaria y Guías de recolección de datos de laboratorio "LEM W&C EIRL"	%	Dependiente	Valores numéricos con respecto a los parámetros.
				% Humedad		%		
				Límites de Atterberg		%		
				Proctor modificado		gr/cm ³		
				CBR		%		
				Proctor modificado		Gr/cm ³		
Estabilización con CBCA	CBR	%						

Nota. En esta tabla se presenta indicadores (ensayos, entre otros) que se realizarán al suelo

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

El estudio se realizó en departamento de Lambayeque, Provincia de Ferreñafe, Distrito de Pueblo Nuevo. Se evaluó 3 km de una vía no pavimentada de la zona “Los Macalopú”, realizándose según la normativa correspondiente 2 calicatas por km, efectuándose un total de 6 calicatas a 1.50m de profundidad

Muestra

Se evaluaron 3 Km de suelo arcilloso, se realizaron 6 calicatas.

Muestreo

La muestra que se estudio fue un suelo en su estado natural, obtenido de la realización de las calicatas, en dónde se evalúan las propiedades. Además, el material usado para mejorar el suelo fue ceniza de bagazo de caña de azúcar, se realizaron 06 calicatas según normativa.

Se evalúan las propiedades de la muestra realizándose ensayos físicos tales como contenido de humedad, análisis granulométrico, contenido de sales y límites de atterberg; y ensayos mecánicos como CBR y Proctor Modificado que se efectuaran en la muestra patrón, en la adición con CBCA y en las combinaciones de las dosificaciones de ambas, teniendo un total de 30 Proctor Modificado y 30 CBR. Se realizaron ensayos de resistencia no confinada el cual fue utilizado para decidir la mejor temperatura calcinación (550°, 600°, 650°, 700°) eligiéndose la de mayor resistencia mecánica (UCS) con dosis de 7.5%

Muestra, es una parte de la población que cumple con criterios de representatividad y número adecuado.

Tabla VIII

Ensayos a muestra Patrón

Descripción	Cantidad	Ensayos	Total, de ensayos
Muestra de suelo Natural	6	6	6
Contenido de humedad	6	6	6
Análisis granulométrico por tamizado	6	6	6
Límites de Atterberg	6	6	6
Proctor Modificado	6	6	6
CBR	6	6	6

Tabla IX

Ensayos de la combinación de suelo con CBCA.

Muestra de suelo estabilizado	Cantidad	Ensayos	Total, de ensayos
Ceniza de bagazo de Proctor caña de azúcar Modificado (2.5%, 5%, 7.5% y 10%)	24	24	24
CBR	24	24	24

Temperatura óptima de la ceniza de bagazo de caña de azúcar

Esta prueba se realizó bajo la normativa [39] , realizándole a la CBCA en un porcentaje de 7.5% quemada a temperaturas de 550°C, 600°C, 650°C y 700°C mezclándose con la muestra en estudio. El ensayo Se realizaron 3 ensayos por cada temperatura, en donde el UCS se determina por el promedio la media de los valores obtenidos registrándose valores de esfuerzo y deformación

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

- Observación

Es necesario a fin llevar a cabo toda investigación y recolección de datos, aquí se visualizan las primeras características en la zona a estudiar y se pueden detallar aspectos relevantes que puede influir en los resultados de nuestro estudio.

- Análisis documental

La presente investigación busca ver el cómo infiera la CBCA, por ello se pueden divisar los pasos de fuente confiables como artículos de revisión, normas vigentes, entre otros.

Instrumentos de recolección de datos

- Fichas de observación

Instrumento de gran importancia donde se realizan los apuntes de las características o datos importantes en una hoja donde el reconocimiento inicial.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Diagrama de flujo de proceso

Muestra el análisis de datos y permite ver el trabajo que se ha realizado para la obtención de datos y ver si resultados de acuerdo con la hipótesis planteada.

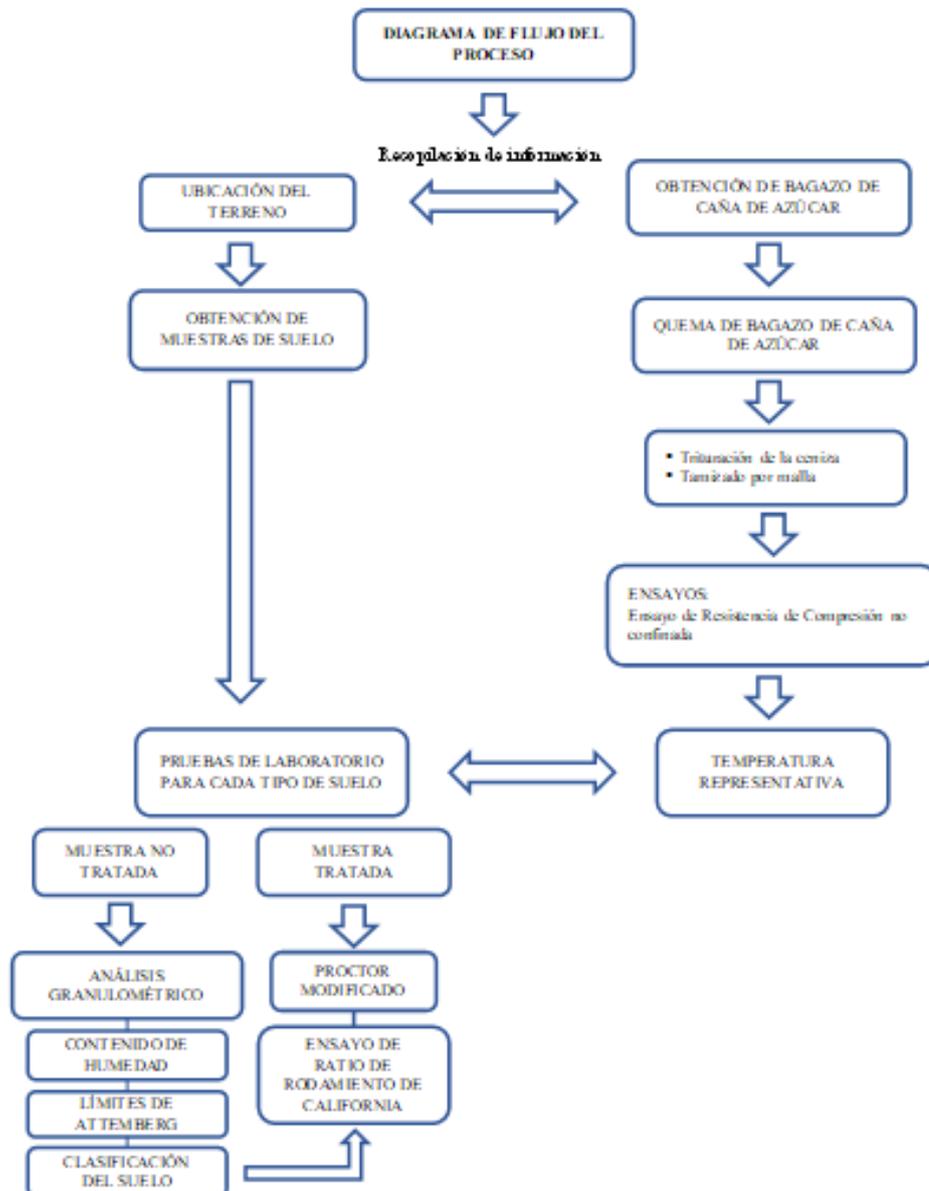


Fig. 5. Diagrama del flujo del proceso.

Nota. Se visualiza el proceso desde la recolección de información, extracción de materiales, y pruebas de laboratorio para validar o no validar la hipótesis previamente planteada.

Descripción del proceso.

- Obtención de materiales

El suelo de esta investigación fue obtenido de zona “Los Macalopú”, en el Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Ferreñafe. Se realizaron 06 calicatas según los parámetros establecidos en la norma del [31]. La excavación de las calicatas tuvo una profundidad de 1.20 m



Fig. 6. Calicata en el sector Macalopú

La CBCA se obtuvo después de la incineración, del bagazo de caña de azúcar. Puesta en hornos por un tiempo de 8 horas aproximadamente inicialmente se realizó quema de ceniza en 4 temperaturas distintas: 550° C, 600° C, 650° C y 700 ° C, con la finalidad de usar la ceniza con la mejor resistencia según norma [39]

Para cada uno de los especímenes de diferentes temperaturas, se procedió a quemar en un horno, donde se tomó la temperatura con un pirómetro cada 30 minutos hasta llegar a una temperatura constante y el material varia su color gris dependiendo el quemado de cada temperatura.

Finalmente se dejó enfriar en recipientes metálicos a temperatura ambiente, por un lapso de 2 días, después se procedió a moler la ceniza y luego a tamizarla por la malla N° 250 saliendo un producto muy fino similar al cemento.



Fig. 7. Ceniza de bagazo de caña de azúcar después de incinerarse.

- **Características del suelo**

Contenido de humedad - Según norma Norma [39]

Se realizo en un depósito de acero sin impurezas totalmente seco, se escogió aproximadamente 100 gr de muestras de suelo, tomando registro del peso. Luego se colocó la muestra en el horno para que seque a 110° C, por un día. Se dejo enfriar y se procedió a pesar.

Ecuación 3 *Contenido de Humedad del suelo*

$$W(\%) = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1 - W_3)} * 100$$

Donde:

W_1 = Suelo húmedo + Peso de recipiente

W_2 = Suelo seco + Peso de recipiente

W_3 = Peso de recipiente

Ecuación 4 *Contenido de Humedad del suelo (Formula Simplificada)*

$$W(\%) = \frac{(W_w)}{(W_s)} * 100$$

Donde:

W_w = Peso del agua

W_s = Peso del suelo

$W_{\%}$ = Humedad en porcentaje

Análisis granulométrico - Según norma [40]

Se separó la porción de muestra, usando los tamices. Como el tamizado fue de manera manual se movieron los tamices de forma que en éstos caigan las muestras. Se tuvo que tamizar por la malla N° 4, y la malla N° 200. Se pesa la cantidad de muestra que pasa por cada tamiz, donde la suma de los pesos de cada tamiz debe ser igual a la suma de pesos iniciales, para al final tomar nota de pesos que pasó por cada tamiz.

Clasificación de suelos SUCS – Según Norma D2487

Para esta clasificación es vital conocer el límite líquido y Límite plástico, y el tamaño de partículas de realizadas en el ensayo granulometría.

Clasificación de suelos AASHTO - ASTM D3282

Este es un método usado para la clasificación de caminos, es necesario saber la composición del suelo (se requiere saber si es arcilloso, limoso o granular).

Ensayo de Proctor Modificado - Según norma [41]

Se busca la relación entre el peso unitario seco y contenido de agua compactados sobre un molde que cae de una altura de 18". Compactaremos cada capa con 25 golpes.

Razón de soporte de California (CBR) – Según norma [42]

Busca determinar el CBR de materiales granulares compactándose en el laboratorio.

Se toma peso del molde, dimensiones, para proceder a armar el equipo necesario

para la compactación

El disco se coloca en la base sobre el papel de filtro. Se retira la parte superior del molde para proceder al nivelado, determinando el porcentaje de humedad remanente. La gravedad específica del suelo se determinó después de retirar el disco para pesar y dar forma al suelo compactado. Se coloca una placa perforada sobre la muestra para determinar la sobrecarga, se registrará su valor.

Se sumerge en un molde en un tanque, se corrige la deformación y se registra la primera lectura, así como la fecha y la hora exactas. Las lecturas deben tomarse a intervalos de 0, 1, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72, 96 horas. Luego pase a retirar la muestra y otros instrumentos gravimétricos.

2.6. Criterios éticos

El investigador debe tener condiciones éticas y morales al realizar un estudio, estas se verán evidenciadas en las intenciones que tenga para su estudio, dando en sus resultados veracidad [43]

Se debe brindar información apropiada, citando a autores de manera correcta si es que se mencionan ideas, cumpliendo con las normas establecidas, con nuestra casa de estudios, además de las normas técnicas del Perú, con la finalidad de demostrar originalidad, sin que exista alteración de los resultados obtenidos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Determinación de la temperatura optima de quemado de CBCA

La resistencia mecánica se realizó por el ensayo de resistencia a la compresión no confinada, donde se optó por la dosis única de 7% (tomada por conveniencia). Se mezcló con muestras de un suelo considerando cuatro muestras analizando a 550° C, 600° C, 650° C y 700° C respectivamente.

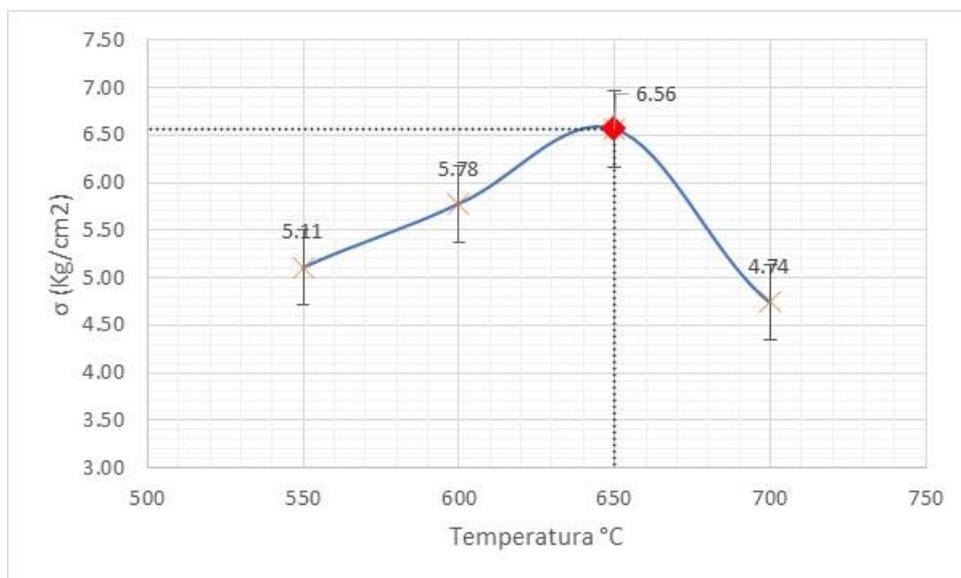


Fig. 8. Curva Esfuerzo vs Temperatura

Nota. Según la Figura muestra la curva esfuerzo deformación donde la T=650° C representa un mejor comportamiento donde se observa el promedio máximo es de 6.56 kg/cm² es por ello por lo que se tomará para los ensayos la temperatura de 650°C

Propiedades y características física del suelo

En este estudio se analizaron seis (06) calicatas donde realizaron los ensayos de: ensayos de granulometría, LL, LP, ensayo de determinación de contenido de humedad, ensayo de UCS, ensayo de Proctor modificado y CBR de suelos.

- Calicata 01

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla X

Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 01

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura	% Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
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
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	1.3	98.7
N° 20	0.850	5.0	95.0
N° 40	0.425	12.0	88.0
N° 60	0.250	30.7	69.3
N° 140	0.106	77.7	22.3
N° 200	0.075	87.0	13.0

Tabla XI

Distribución según el tamaño de partículas para calicata 01

Distribución granulométrica			
% Grava	% G. Gruesa	0.0	0.0
	% G. Fina	0.0	
% Arena	% A. Gruesa	1.3	87.00
	% A. Media	10.7	
	% A. Fina	75.0	
% Arcilla Limo		13.00	13.0
Total			100.0

Nota. Observamos la distribución de partículas, las gravas con un tamaño que va de 4.75mm a 75mm, representan una cantidad equivalente al 0%; las partículas con un tamaño desde 0.075 mm hasta 4.75 mm llamadas arenas representan un 87.0% y para las partículas que con un diámetro inferior al 0.075 mm estas representan el 13.0% cuyo nombre común son arcillas y limo. El porcentaje de humedad es 7.83%.

Límites de clasificación y consistencia del suelo

Tabla XII

Límites de consistencia de la calicata 01

Análisis granulométrico por tamizado	
Límite Líquido (LL)	26.56 %
Límite Plástico (LP)	17.41 %

Clasificación del suelo

Tabla XIII

Clasificación del suelo de calicata la 01

Clasificación del suelo	
Clasificación SUCS	SC
Descripción del suelo	Arena Arcillosa
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
Descripción del suelo	Bueno

- **Calicata 02**

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla XIV

Análisis granulométrico por tamizado calicata 02

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura	% Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
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
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	1.7	99.0
N° 20	0.850	4.0	96.7
N° 40	0.425	10.0	91.4
N° 60	0.250	27.3	85.1
N° 140	0.106	72.0	65.4
N° 200	0.075	79.0	22.7

Tabla XV

Distribución según el tamaño de partículas para calicata 02

Distribución granulométrica			
% Grava	% G.	0.0	0.0
	% G. Fina	1.0	
% Arena	% A. Gruesa	2.3	82.6
	% A. Media	11.6	
	% A. Fina	68.7	
% Arcilla Limo		21.00	16.4
Total			100.00

Nota. Observamos la distribución de partículas, las gravas con un tamaño que va de 4.75mm a 75mm, representan una cantidad equivalente al 0%; las partículas con un tamaño desde 0.075 mm hasta 4.75 mm llamadas arenas representan un 82.6% y para las partículas que con un diámetro inferior al 0.075 mm estas representan el 16.4% cuyo nombre común son arcillas y limo. El porcentaje de humedad es 7.83%.

Límites de clasificación y consistencia del suelo

Tabla XVI

Límites de consistencia de la calicata 02

Análisis granulométrico por tamizado	
Límite Líquido (LL)	27.50 %
Límite Plástico (LP)	18.06 %

Clasificación del suelo

Tabla XVII

Clasificación del suelo de calicata la 02

Clasificación del suelo	
Clasificación SUCS	SC
Descripción del suelo	Arena Arcillosa
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
Descripción del suelo	Bueno

- **Calicata 03**

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla XVIII

Análisis granulométrico por tamizado calicata 03

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura	% Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
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
N° 4	4.750	1.0	100.0
N° 10	2.000	3.3	99.3
N° 20	0.850	8.6	96.6
N° 40	0.425	14.9	92.3
N° 60	0.250	34.6	73.3
N° 140	0.106	77.3	30.6
N° 200	0.075	83.6	16.9

Tabla XIX

Distribución según el tamaño de partículas para calicata 03

Distribución granulométrica			
% Grava	% G.	0.0	0.0
	% G. Fina	0.0	
% Arena	% A. Gruesa	0.70	
	% A. Media	7.0	83.1
	% A. Fina	75.4	
% Arcilla Limo		16.9	16.9
Total			100.00

Nota. Se observa la distribución de partículas, las gravas con un tamaño que va de 4.75mm a 75mm, representan una cantidad equivalente al 0%; las partículas con un tamaño desde 0.075 mm hasta 4.75 mm llamadas arenas representan un 83.1% y para las partículas que con un diámetro inferior al 0.075 mm estas representan el 16.9% cuyo nombre común son arcillas y limo. El porcentaje de humedad es 7.83%.

Límites de clasificación y consistencia del suelo

Tabla XX

Límites de consistencia de la calicata 03

Análisis granulométrico por tamizado	
Límite Líquido (LL)	27.05 %
Límite Plástico (LP)	17.46 %

Clasificación del suelo

Tabla XXI

Clasificación del suelo de calicata la 03

Clasificación del suelo	
Clasificación SUCS	SC
Descripción del suelo	Arena Arcillosa
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
Descripción del suelo	Bueno

- **Calicata 04**

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla XXII

Análisis granulométrico por tamizado calicata 04

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura	% Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
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
N° 4	4.750	0.0	100.0
N° 10	2.000	1.7	98.3
N° 20	0.850	4.0	96.0
N° 40	0.425	10.0	90.0
N° 60	0.250	27.3	72.7
N° 140	0.106	72.0	28.0
N° 200	0.075	79.0	21.0

Tabla XXIII

Distribución según el tamaño de partículas para calicata 04

Distribución granulométrica			
% Grava	% G.	0.0	0.0
	% G. Fina	0.0	
% Arena	% A. Gruesa	1.7	79.0
	% A. Media	8.3	
	% A. Fina	69.0	
% Arcilla Limo		21.0	21.0
Total			100.00

Nota. Se observa la distribución de partículas, las gravas con un tamaño que va de 4.75mm a 75mm, representan una cantidad equivalente al 0%; las partículas con un tamaño desde 0.075 mm hasta 4.75 mm llamadas arenas representan un 79.0% y para las partículas que con un diámetro inferior al 0.075 mm estas representan el 21.0% cuyo nombre común son arcillas y limo. El porcentaje de humedad es 7.83%.

Límites de clasificación y consistencia del suelo**Tabla XXIV**

Límites de consistencia de la calicata 04

Análisis granulométrico por tamizado	
Límite Líquido (LL)	27.37 %
Límite Plástico (LP)	18.17 %

Clasificación del suelo

Tabla XXV

Clasificación del suelo de calicata la 04

Clasificación del suelo	
Clasificación SUCS	SC
Descripción del suelo	Arena Arcillosa
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
Descripción del suelo	Bueno

Nota: Se muestra clasificación del suelo

- **Calicata 05**

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla XXVI

Análisis granulométrico por tamizado calicata 05

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura	% Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
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
N° 4	4.750	1.2	98.8
N° 10	2.000	3.5	96.5
N° 20	0.850	7.2	92.8
N° 40	0.425	13.2	86.8
N° 60	0.250	33.5	66.5
N° 140	0.106	77.5	22.5
N° 200	0.075	84.5	15.5

Tabla XXVII

Distribución según el tamaño de partículas para calicata 05

Distribución granulométrica			
% Grava	% G.	0.0	0.0
	% G. Fina	1.2	
	% A. Gruesa	2.3	
% Arena	% A. Media	9.7	83.3
	% A. Fina	71.3	
	% Arcilla Limo	15.5	
Total			100.00

Nota. En la siguiente tabla se muestra la distribución de partículas, las gravas con un tamaño que va de 4.75mm a 75mm, representan una cantidad equivalente al 0%; las partículas con un tamaño desde 0.075 mm hasta 4.75 mm llamadas arenas representan un 83.0% y para las partículas que con un diámetro inferior al 0.075 mm estas representan el 15.5% cuyo nombre común son arcillas y limo. El porcentaje de humedad es 7.83%.

Límites de clasificación y consistencia del suelo

Tabla XXVIII

Límites de consistencia de la calicata 05

Análisis granulométrico por tamizado	
Límite Líquido (LL)	26.64 %
Límite Plástico (LP)	17.41 %

Clasificación del suelo

Tabla XXIX

Clasificación del suelo de calicata la 05

Clasificación del suelo	
Clasificación SUCS	SC
Descripción del suelo	Arena Arcillosa
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
Descripción del suelo	Bueno

- **Calicata 06**

Análisis granulométrico y contenido de humedad

Tabla XXX

Análisis granulométrico por tamizado calicata 06

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura	% Acumulado	
		Retenido	Que Pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	100.0
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
N° 4	4.750	1.0	99.0
N° 10	2.000	2.7	97.3
N° 20	0.850	5.0	95.0
N° 40	0.425	9.0	91.0
N° 60	0.250	29.0	71.0
N° 140	0.106	69.3	30.7
N° 200	0.075	82.0	18.0

Tabla XXXI

Distribución según el tamaño de partículas para calicata 06

Distribución granulométrica			
% Grava	% G.	0.0	1.0
	% G. Fina	1.0	
	% A. Gruesa	1.7	
% Arena	% A. Media	6.3	81.00
	% A. Fina	73.0	
	% Arcilla Limo	18.00	
Total			100.0

Nota. En la siguiente tabla se muestra la distribución de partículas, las gravas con un tamaño que va de 4.75mm a 75mm, representan una cantidad equivalente al 0%; las partículas con un tamaño desde 0.075 mm hasta 4.75 mm llamadas arenas representan un 81.0% y para las partículas que con un diámetro inferior al 0.075 mm estas representan el 18.0% cuyo nombre común son arcillas y limo. El porcentaje de humedad es 7.83%.

Límites de clasificación y consistencia del suelo

Tabla XXXII

Límites de consistencia de la calicata 06

Análisis granulométrico por tamizado	
Límite Líquido (LL)	26.57 %
Límite Plástico (LP)	16.91 %

Clasificación del suelo

Tabla XXXIII

Clasificación del suelo de calicata la 06

Clasificación del suelo	
Clasificación SUCS	SC
Descripción del suelo	Arena Arcillosa
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)
Descripción del suelo	Bueno

Tabla XXXIV

Resumen de clasificación de las calicatas

Calicata	Tipo de Suelo		
	AASHTO	SUCS	
C-1	A-2-4(0).	SC	Arena
C-2	A-2-4(0).	SC	Arena
C-3	A-2-4(0).	SC	Arena
C-4	A-2-4(0).	SC	Arena
C-5	A-2-4(0).	SC	Arena
C-6	A-2-4(0).	SC	Arena

Nota. Se expone un extracto de la clasificación de suelo en sistema AASHTO y SUCS, de las calicatas en estudio.

Tabla XXXV

Resumen de límites de consistencia

Calicata	AASHTO	SUCS	LL	LP	IP
C-1	A-2-4 (0).	SC	26.56	17.41	9.15
C-2	A-2-4 (0).	SC	27.50	18.06	9.44
C-3	A-2-4 (0).	SC	27.05	17.46	9.6
C-4	A-2-4 (0).	SC	27.37	18.17	9.2
C-5	A-2-4 (0).	SC	26.64	17.41	9.23
C-6	A-2-4 (0).	SC	26.57	16.91	9.66

Nota. Esta tabla es un resumen de las características del suelo.

Comparación de % de finos de las calicatas.

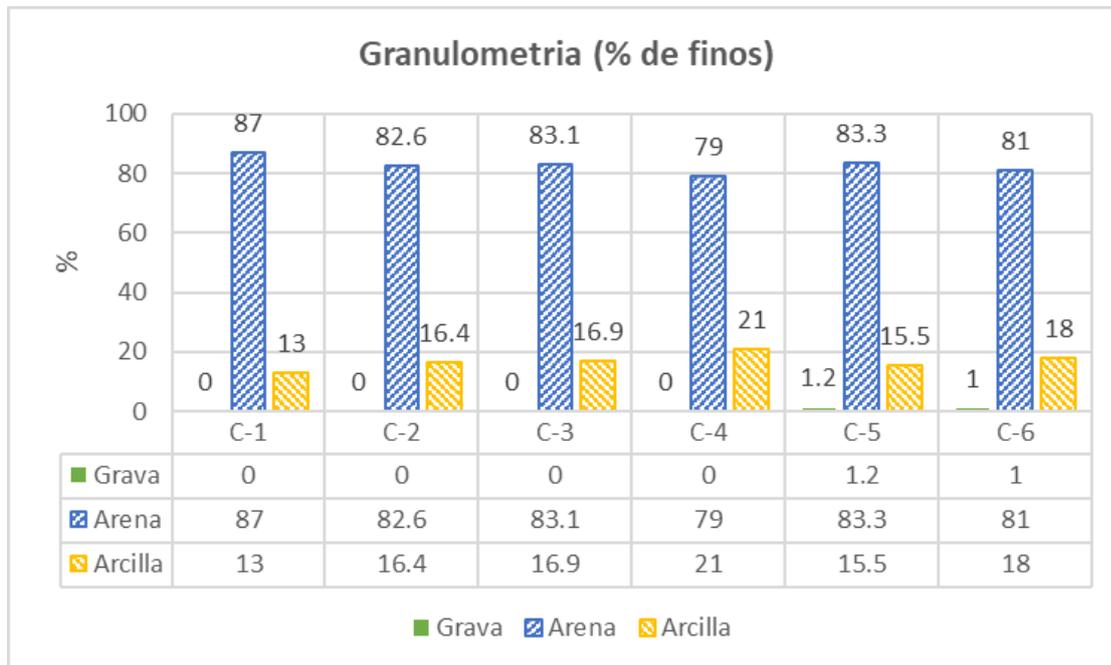


Fig. 9. Proporción de finos

Nota. En la siguiente tabla visualizamos un gráfico donde nos muestran la cantidad de finos de acuerdo con el estudio realizado. Las proporciones de arenas, donde el mayor porcentaje lo obtiene la Calicata 01 (C-01) con un valor equivalente al 87%, con un porcentaje de 13% de arcilla. Seguido de la calicata 05 (C-05), con un valor de arenas de 83.3% de arenas, con un porcentaje de arcilla de 15.5% y un valor 1.2% correspondiente a gravas. El tercer lugar es ocupado por la calicata 3 (C-3) que tiene una cantidad de arena de 83.1% y 16.9% de finos, es seguido por la calicata 2 (C-2) donde la cantidad de arena es 82.6% y tiene un porcentaje de grava 16.4%, la calicata 06 (C-06) con un valor de arena de 81% y 18% de gravas, y por último tenemos a la calicata 4 (C-4) que tiene un porcentaje de arena de 79%, y una cantidad de arcilla de 21%.

Características mecánicas del suelo

- Calicata 01

Tabla XXXVI

Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 01

% CBCA	MDS (gr/cm ³)	OCH %
0	1.933	11.49
2.5	1.883	12.14
5	1.84	12.62
7.5	1.804	13.05
10	1.77	12.82

Nota: Como se observa en la tabla, la MDS tiene a disminuir al incluir CBCA, donde la muestra patrón tiene 1.933 gr/cm³, mientras que el valor de OCH, de humedad llega a su valor máximo al agregársele 7.5% CBCA, obteniéndose un valor máximo de 1305%

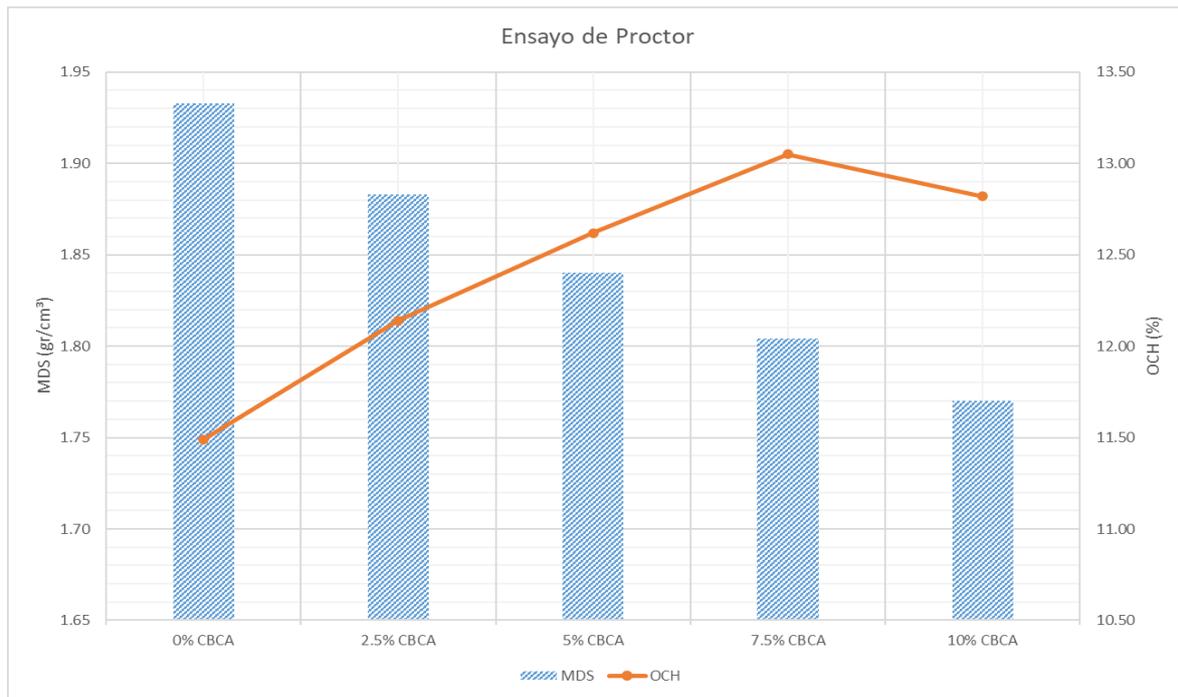


Fig. 10. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 01

Nota: La grafica la cual tiene una tendencia a disminuir representa a la máxima densidad seca, donde se observa que a mayor incremento del porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azucar está tiende a disminuir, mientras que la línea que representa al Óptimo contenido de humedad aumenta hasta un máximo de 7.5% CBCA, luego tiene una tendencia a disminuir.

Tabla XXXVII

Resultado CBR - Calicata 01

% Ceniza	CBR 0.1" (kg/cm ²)		CBR 0.1" (kg/cm ²)	
	95	100	95	100
0%	13.12	17.91	15.97	21.68
2.50%	14.83	19.66	18.04	23.83
5%	16.13	21.36	19.62	25.89
7.50%	17.06	23.08	20.62	27.74
10%	16.58	22.22	20.33	26.75

Nota: Valores de CBR 0.1" y 0.2" obtenidos al 95% y 100%

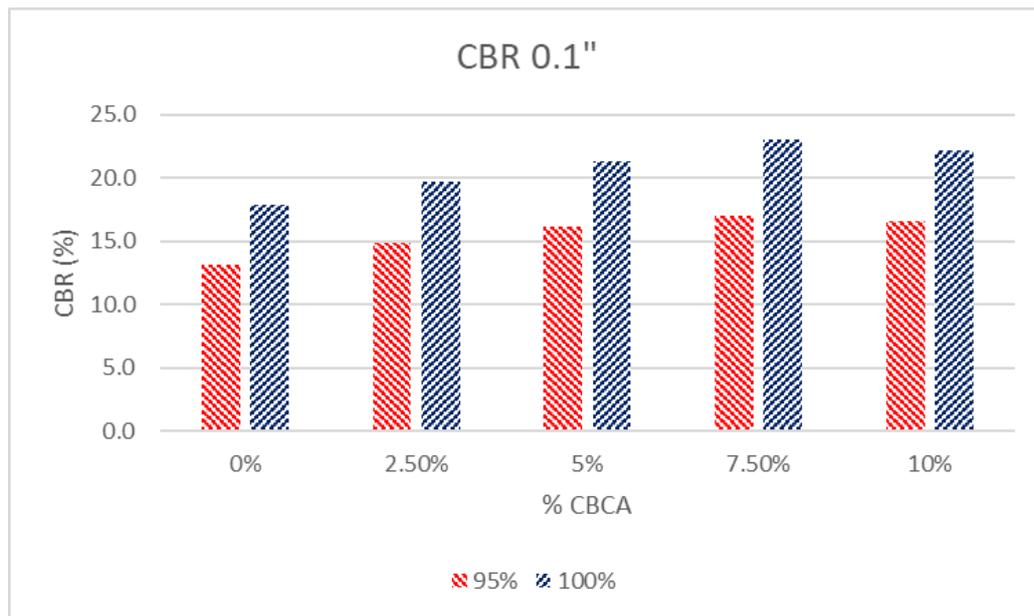


Fig. 11. Valor de CBR 0.1" de Calicata 01

Nota: El valor máximo es obtenido al añadir 7.5% CBCA, ambos valores al 95%, 100% siendo estos valores 17.1 % y 23.1% respectivamente.

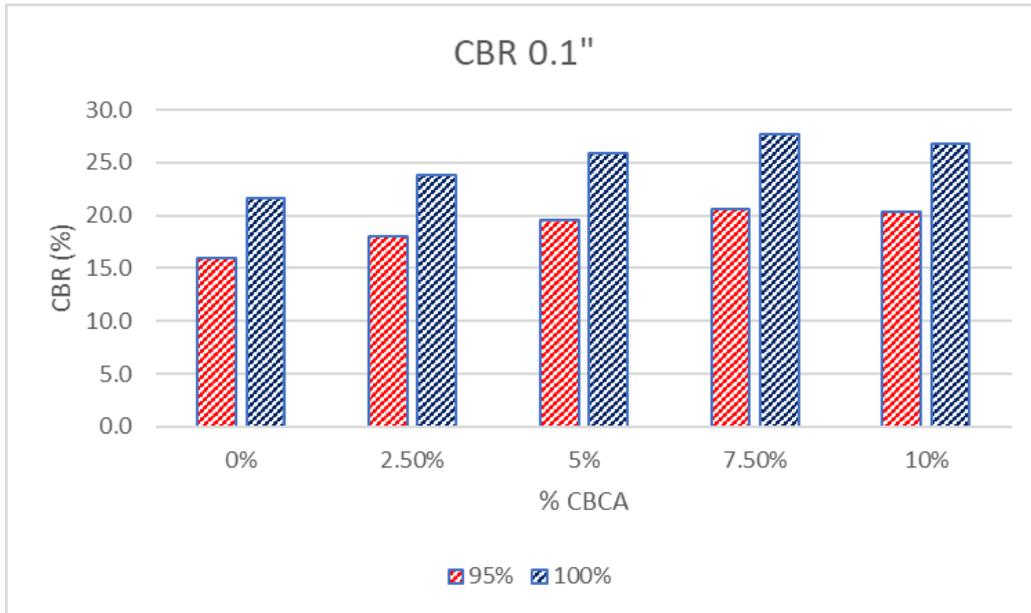


Fig. 12. Valor de CBR 0.2" de Calicata 01

Nota: El valor máximo es obtenido al añadir 7.5% CBCA, ambos valores al 95%, 100% siendo estos valores 20.6 % y 27.7% respectivamente, se observa también al añadir más ceniza que de la óptima el valor de CBR tiende a disminuir

- **Calicata 02**

Tabla XXXVIII

Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 02

% CBCA	MDS (gr/cm ³)	OCH %
0	1.919	11.54
2.5	1.891	12.05
5	1.846	12.56
7.5	1.862	12.99
10	1.776	12.71

Nota: Como se observa en la tabla, la MDS tiene a disminuir al incluir CBCA, donde la muestra patrón tiene 1.919 gr/cm³, mientras que el valor de OCH, de humedad llega a su valor máximo al agregársele 7.5% CBCA, obteniéndose un valor máximo de 12.99%

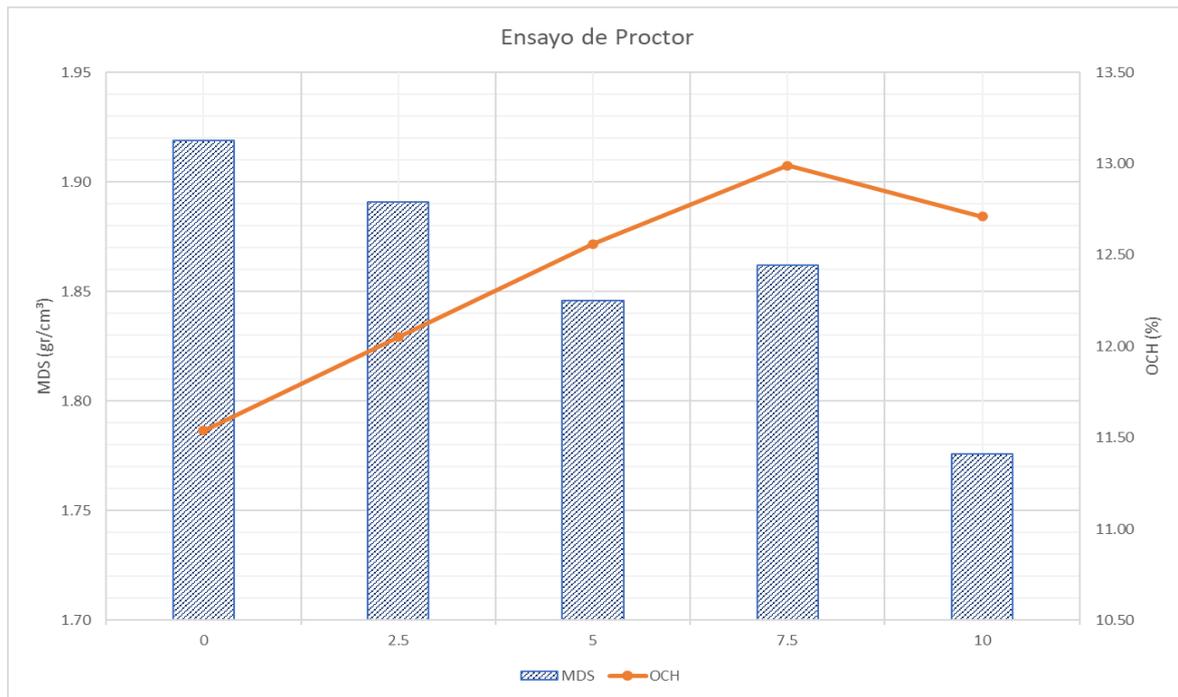


Fig. 13. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 02

Nota: Se muestra una tendencia a disminuir representa a la MDS, a mayor porcentaje de CBCA está tiende a disminuir, mientras que la línea que representa al óptimo contenido de humedad tiende a aumentar hasta un máximo de 7.5% CBCA, luego tiene una tendencia a disminuir.

Tabla XXXIX

Resultado CBR - Calicata 01

% Ceniza	CBR 0.1" (kg/cm ²)		CBR 0.2" (kg/cm ²)	
	95	100	95	100
0%	13.3	17.2	16.16	20.79
2.50%	14.6	19.8	17.80	23.92
5%	15.9	21.0	19.24	25.43
7.50%	17.5	23.6	21.46	28.55
10%	16.4	26.6	20.07	32.42

Nota: Valores de CBR 0.1" y 0.2" obtenidos al 95% y 100%

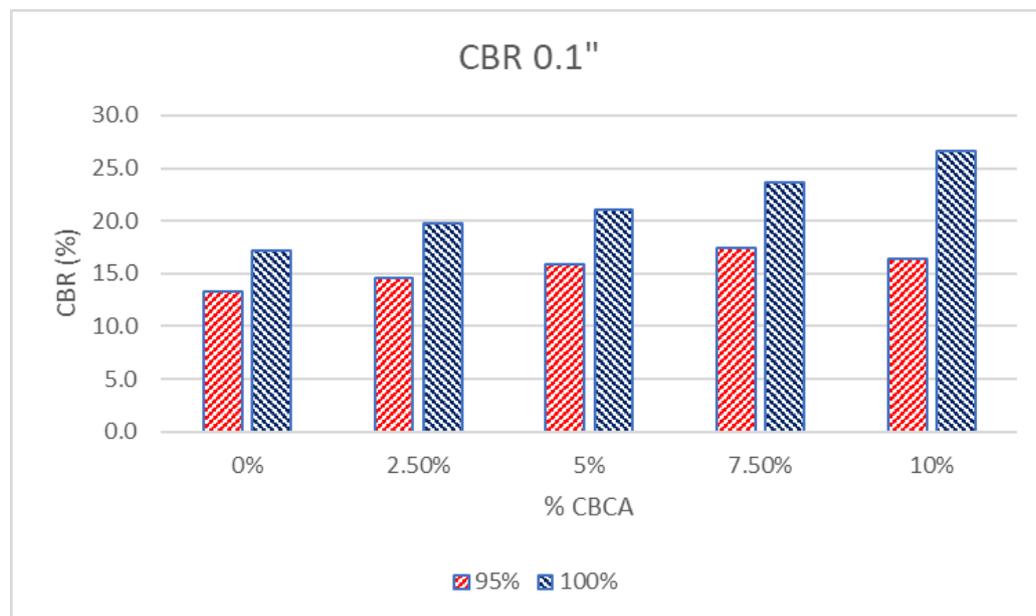


Fig. 14. Valor de CBR 0.1" de Calicata 02

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1" al 95%, es obtenido al añadir 7.5% CBCA teniendo un valor de 17.5% y al añadir 10% CBCA se obtendrá un valor máximo al 100% siendo el valor de CBR 26.6%

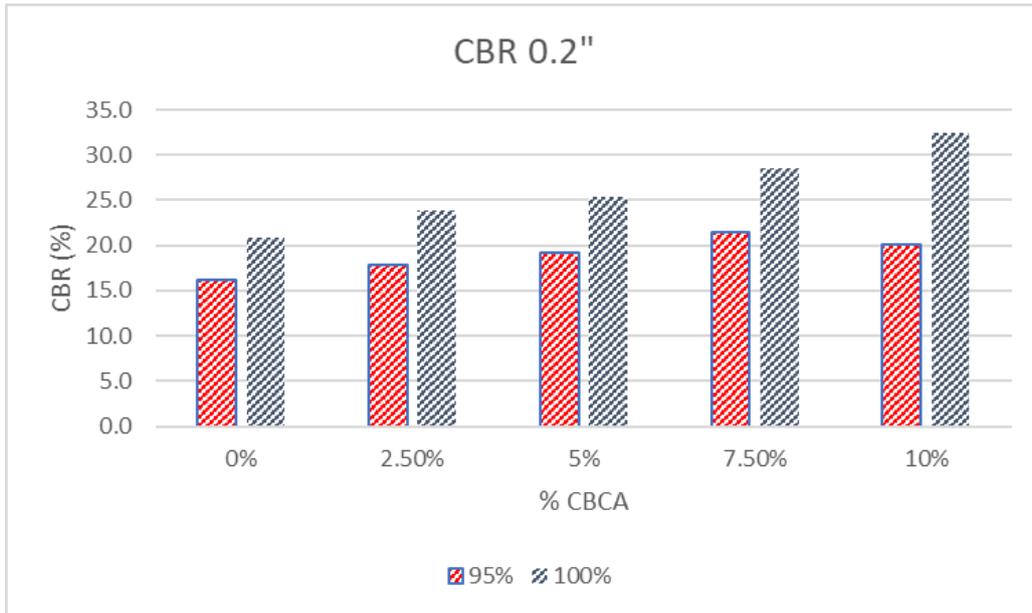


Fig. 15. Valor de CBR 0.2" de Calicata 02

Nota: En máximo valor de CBR al 0.1" al 95%, es obtenido al añadir 7.5% CBCA teniendo un valor de 21.5% y al añadir 10% CBCA se obtendrá un valor máximo al 100% siendo el valor de CBR 32.4%

- **Calicata 03**

Tabla XL

Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 03

% CBCA	MDS (gr/cm ³)	OCH %
0	1.939	11.60
2.5	1.899	12.23
5	1.866	12.79
7.5	1.834	13.29
10	1.831	12.6

Nota: Como se observa en la tabla, la MDS tiene a disminuir al incluir CBCA, donde la muestra patrón tiene 1.939 gr/cm³, mientras que el valor de OCH, de humedad llega a su valor máximo al agregársele 7.5% CBCA, obteniéndose un valor máximo de 13.29%

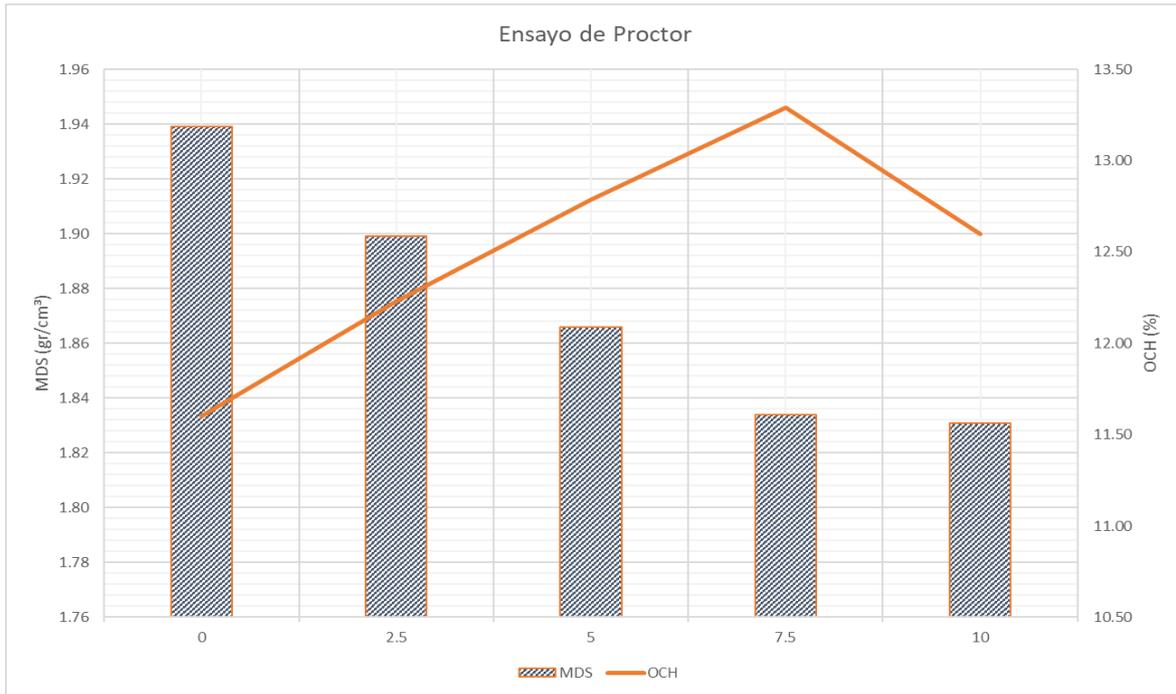


Fig. 16. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 03

Nota: Se muestra una tendencia a disminuir representa la MDS, se observa que a mayor incremento de proporción de CBA está tiende a disminuir, mientras que la línea que representa al OCH tiende a aumentar hasta un máximo de 7.5% CBA, luego tiene una tendencia a disminuir.

Tabla XLI

Resultado CBR - Calicata 03

% Ceniza	CBR 0.1" (kg/cm ²)		CBR 0.1" (kg/cm ²)	
	95	100	95	100
0%	13.8	17.4	16.85	21.27
2.50%	15.1	19.2	18.43	23.46
5%	16.5	20.8	20.33	25.67
7.50%	17.5	22.0	21.60	27.10
10%	16.8	23.1	20.58	28.01

Nota: Valor de CBR 0.1" y 0.2" obtenidos al 95% y 100%

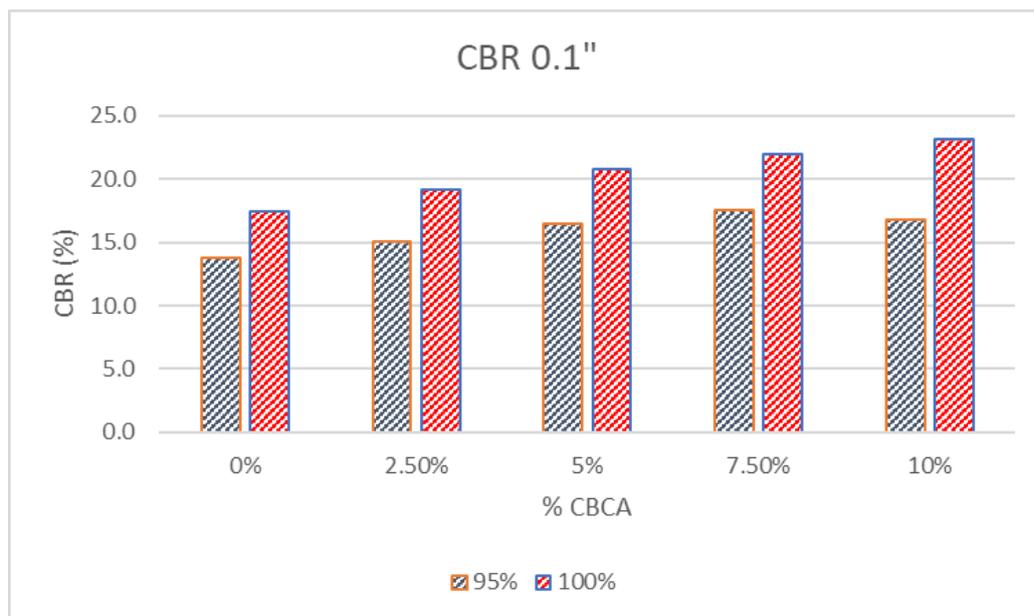


Fig. 17. Valor de CBR 0.1" de Calicata 03

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1" al 95%, es obtenido al añadir 7.5% CBCA teniendo un valor de 17.5% y al añadir 10% CBCA se obtendrá un valor máximo al 100% siendo el valor de CBR 23.1%

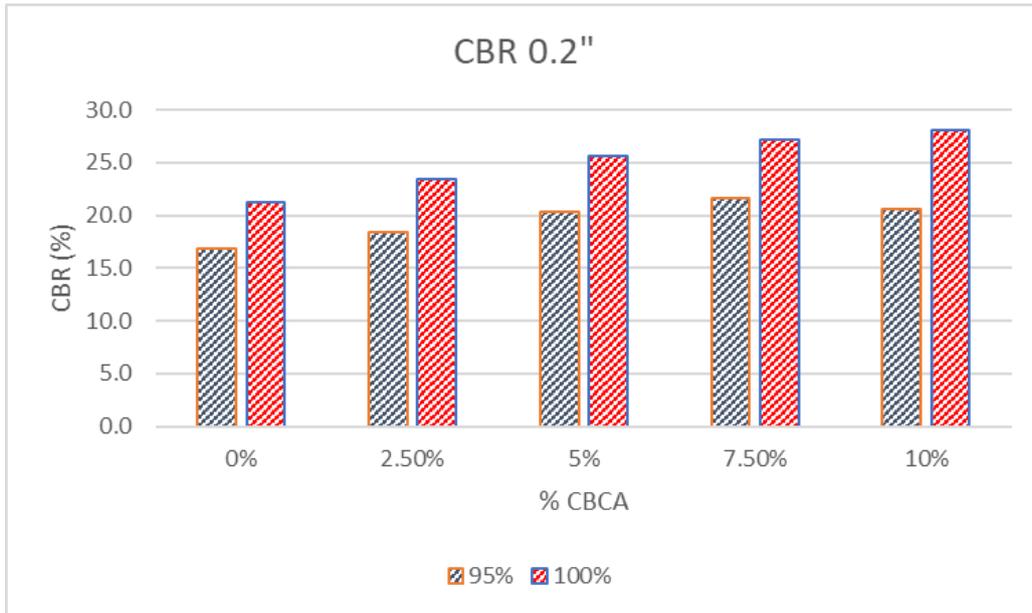


Fig. 18. Valor de CBR 0.2" de Calicata 03

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1" al 95%, es obtenido al añadir 7.5% CBCA teniendo un valor de 21.6% y al añadir 10% CBCA se obtendrá un valor máximo al 100% siendo el valor de CBR 28.0%

- **Calicata 04**

Tabla XLII

Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 04

% CBCA	MDS (gr/cm ³)	OCH %
0	1.957	11.21
2.5	1.909	11.74
5	1.885	12.38
7.5	1.868	13.24
10	1.804	12.95

Nota: Como se observa en la tabla, la MDS tiene a disminuir al incluir CBCA, donde la muestra patrón tiene 1.957 gr/cm³, mientras que el valor de OCH, de humedad llega a su valor máximo al agregársele 7.5% CBCA, obteniéndose un valor máximo de 13.24%

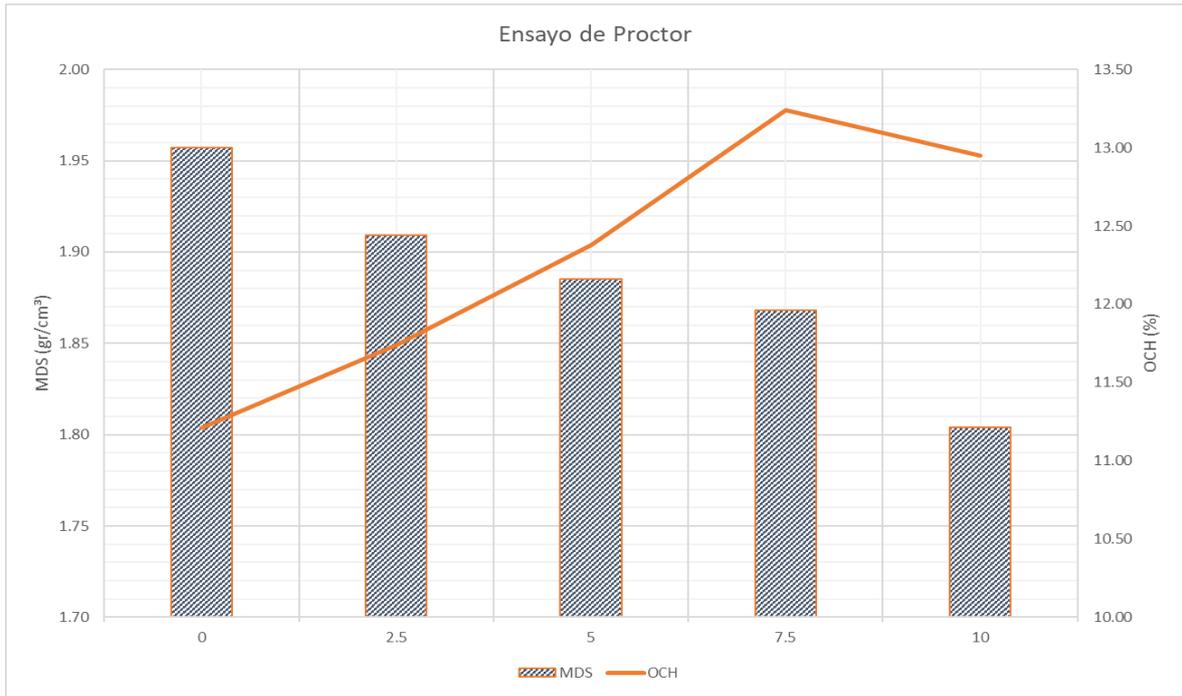


Fig. 19. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 04

Nota: Se observa una tendencia a disminuir esta representa a la MDS, se observa que a mayor incremento la proporción de CBCA está tiende a disminuir, mientras que la línea que representa al OCH tiende a aumentar hasta un máximo de 7.5% CBCA, luego tiene una tendencia a disminuir.

Tabla XLIII

Resultado CBR - Calicata 04

% Ceniza	CBR 0.1" (kg/cm ²)		CBR 0.2" (kg/cm ²)	
	95	100	95	100
0%	13.5	18.2	16.56	22.09
2.50%	15.2	19.8	18.66	23.92
5%	16.3	21.5	20.06	26.07
7.50%	17.3	22.9	21.24	27.56
10%	16.9	21.4	20.86	26.34

Nota: Valor de CBR 0.1" y 0.2" obtenidos al 95% y 100%

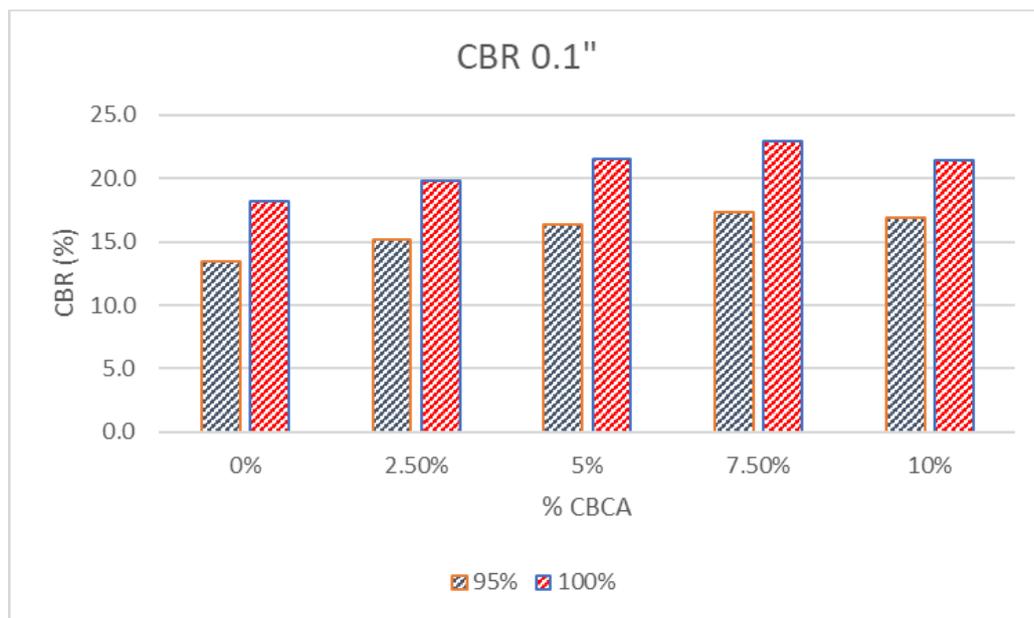


Fig. 20. Valor de CBR 0.1" de Calicata 04

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1", es obtenido al añadir 7.5% CBCA, ambos valores al 95%, 100% siendo estos valores 17.3 % y 22.9% respectivamente, se observa también al añadir más ceniza que de la óptima el valor de CBR tiende a disminuir

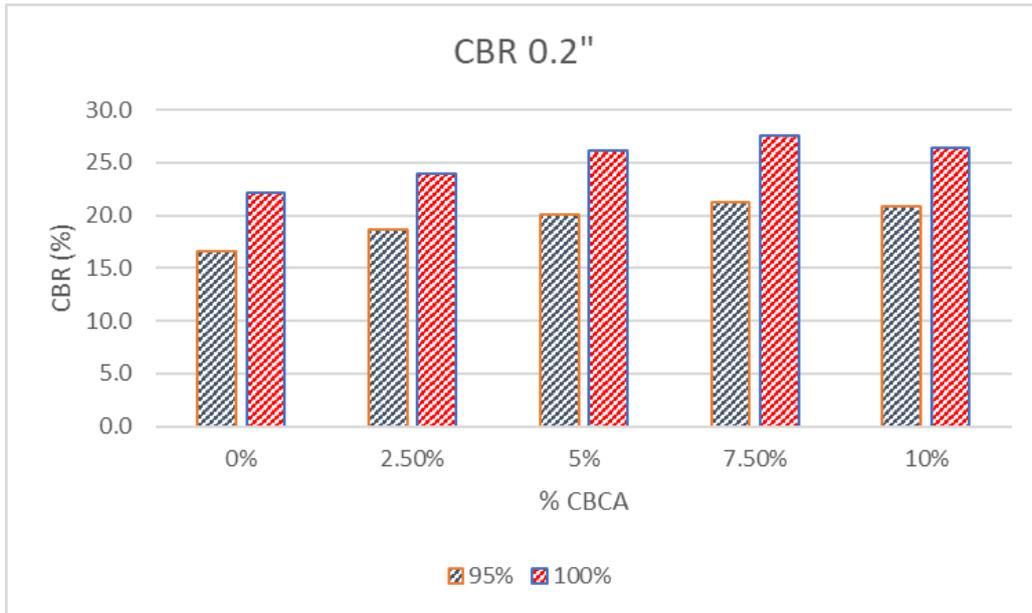


Fig. 21. Valor de CBR 0.2" de Calicata 04

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1", es obtenido al añadir 7.5% CBCA, ambos valores al 95%, 100% siendo estos valores 21.2 % y 27.6% respectivamente, se observa también al añadir más ceniza que de la óptima el valor de CBR tiende a disminuir

- **Calicata 05**

Tabla XLIV

Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 05

% CBCA	MDS (gr/cm ³)	OCH %
0	1.910	11.75
2.5	1.912	11.96
5	1.874	12.55
7.5	1.876	13.33
10	1.821	12.5

Nota: Como se observa en la tabla, la MDS tiene a disminuir al incluir CBCA, donde la muestra patrón tiene 1.957 gr/cm³, mientras que el valor de OCH, de humedad llega a su valor máximo al agregársele 7.5% CBCA, obteniéndose un valor máximo de 13.24%

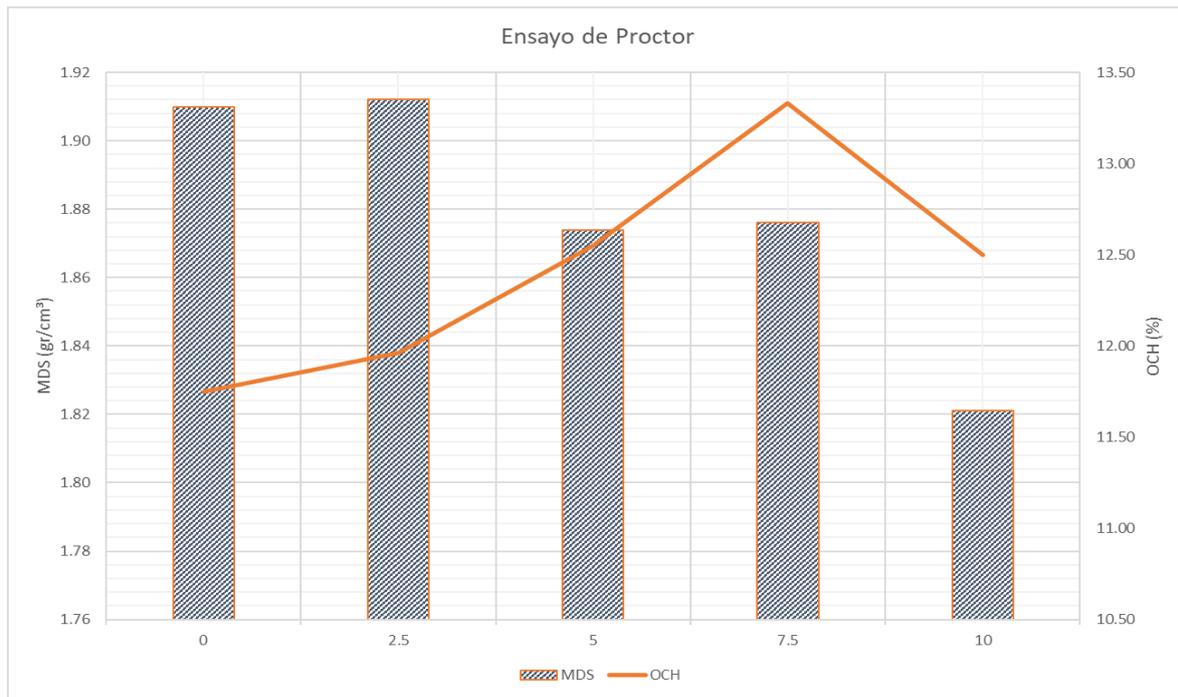


Fig. 22. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 05

Nota: Se observa una tendencia a disminuir esta representa a la MDS, se observa que a mayor incremento la proporción de CBCA está tiende a disminuir, mientras que la línea que representa al OCH tiende a aumentar hasta un máximo de 7.5% CBCA, luego tiene una tendencia a disminuir.

Tabla XLV

Resultado CBR - Calicata 05

% Ceniza	CBR 0.1" (kg/cm ²)		CBR 0.2" (kg/cm ²)	
	95	100	95	100
0%	14.2	18.8	17.42	22.76
2.50%	15.0	20.4	18.43	24.71
5%	16.6	21.0	20.43	25.43
7.50%	17.8	22.7	21.83	27.48
10%	17.1	22.1	21.01	26.79

Nota: Valor de CBR 0.1" y 0.2" obtenidos al 95% y 100%

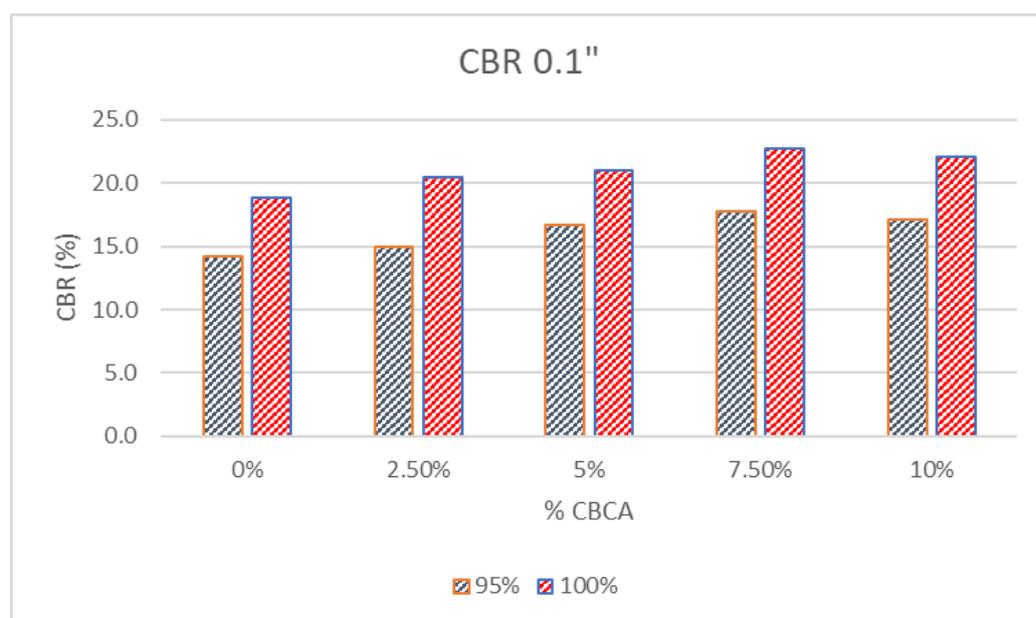


Fig. 23. Valor de CBR 0.1" de Calicata 05

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1", es obtenido al añadir 7.5% CBCA, ambos valores al 95%, 100% siendo estos valores 17.8 % y 22.7% respectivamente, se observa también al añadir más ceniza que de la óptima el valor de CBR tiende a disminuir

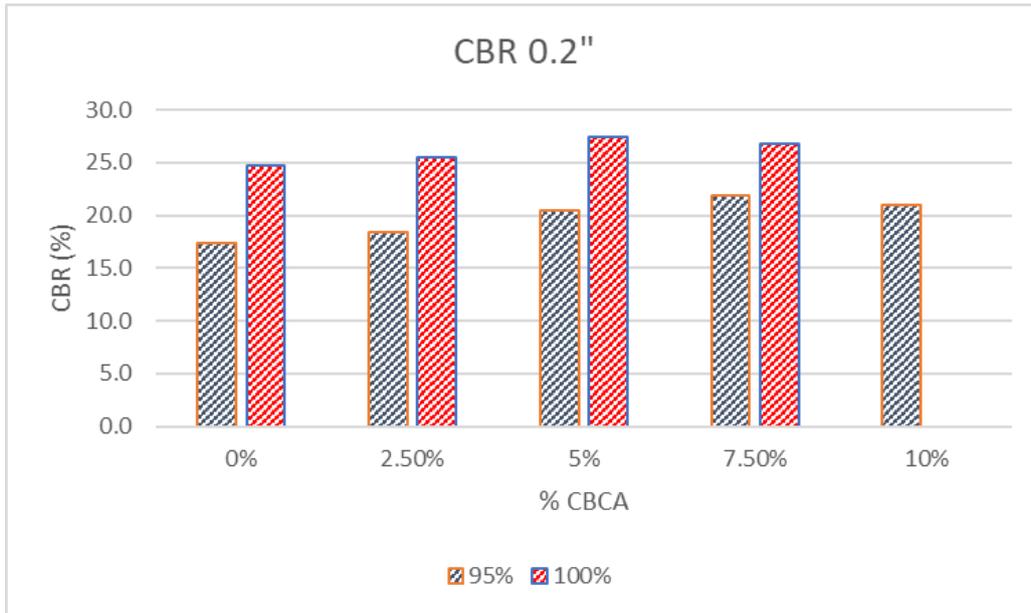


Fig. 24. Valor de CBR 0.2" de Calicata 05

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1", es obtenido al añadir 7.5% CBCA, ambos valores al 95%, 100% siendo estos valores 21.8 % y 27.5% respectivamente, se observa también al añadir más ceniza que de la óptima el valor de CBR tiende a disminuir

- **Calicata 06**

Tabla XLVI

Datos de ensayo Proctor Modificado - Calicata 06

% CBCA	MDS (gr/cm ³)	OCH %
0	1.950	11.10
2.5	1.874	12.38
5	1.833	12.88
7.5	1.85	13.27
10	1.765	12.91

Nota: Como se observa en la tabla, la MDS tiene a disminuir al incluir CBCA, donde la muestra patrón tiene 1.950 gr/cm³, mientras que el valor de OCH, de humedad llega a su valor máximo al agregársele 7.5% CBCA, obteniéndose un valor máximo de 13.27%

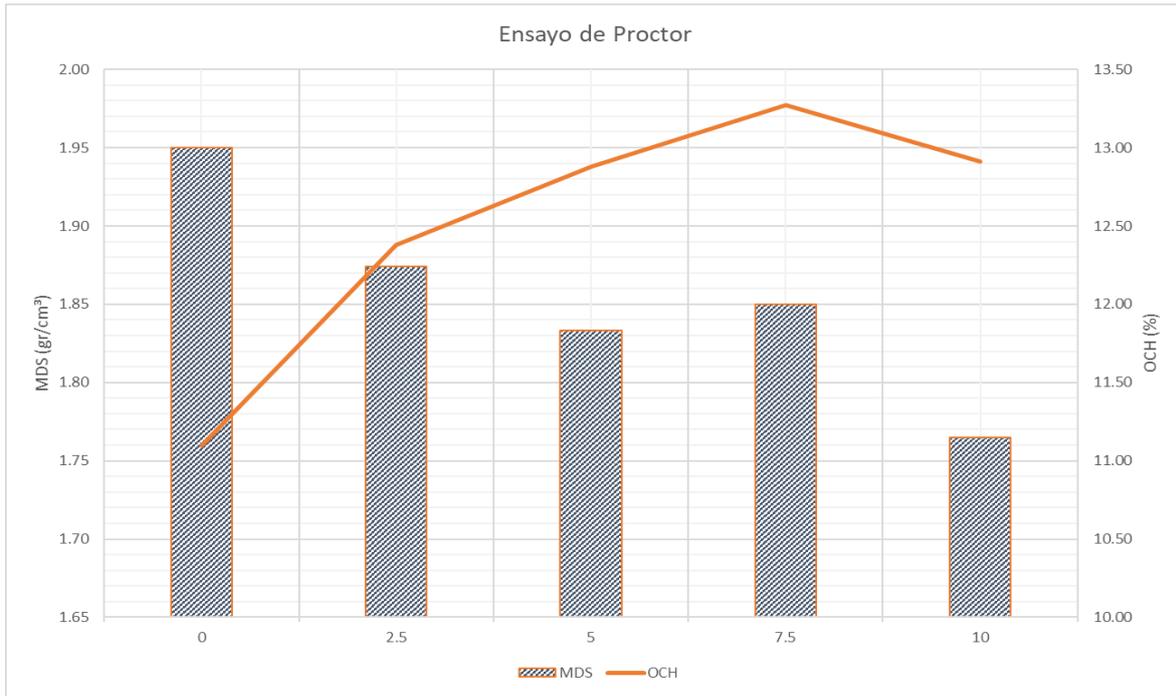


Fig. 25. Ensayo de Proctor Modificado de la calicata 06

Nota: Se observa una tendencia a disminuir esta representa a la MDS, se observa que a mayor incremento la proporción de CBCA está tiende a disminuir, mientras que la línea que representa al OCH tiende a aumentar hasta un máximo de 7.5% CBCA, luego tiene una tendencia a disminuir.

Tabla XLVII

Resultado CBR - Calicata 05

% Ceniza	CBR 0.1" (kg/cm ²)		CBR 0.1" (kg/cm ²)	
	95	100	95	100
0%	13.9	17.8	17.07	21.55
2.50%	15.5	19.5	19.03	23.64
5%	16.9	21.7	20.71	26.30
7.50%	17.7	22.2	21.70	26.86
10%	17.3	22.6	21.26	27.37

Nota: Valor de CBR 0.1" y 0.2" obtenidos al 95% y 100%

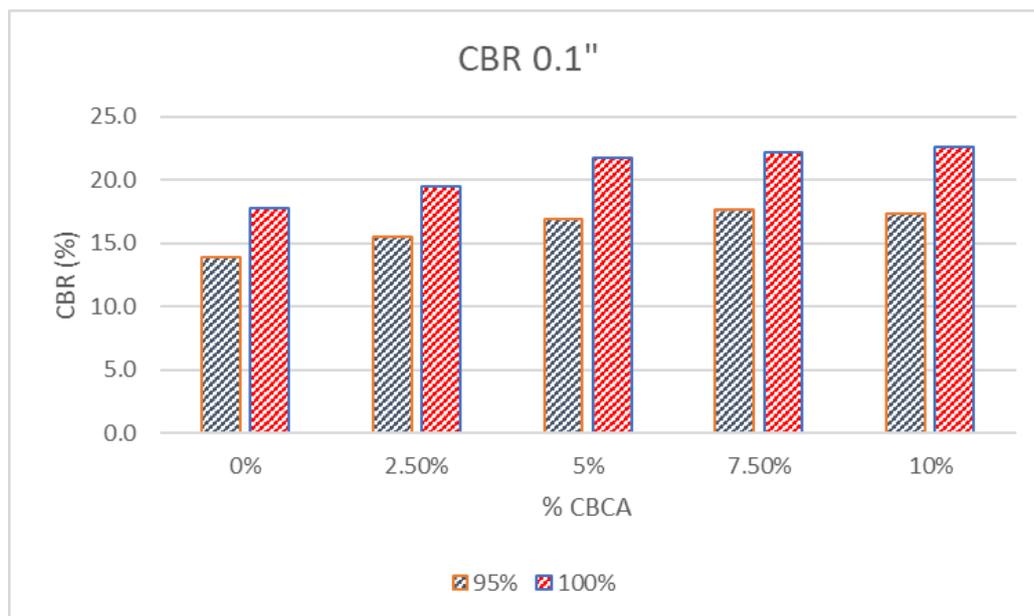


Fig. 26. Valor de CBR 0.1" de Calicata 06

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1" al 95%, es obtenido al añadir 7.5% CBCA teniendo un valor de 17.7% y al añadir 10% CBCA se obtendrá un valor máximo al 100% siendo el valor de CBR 22.6%

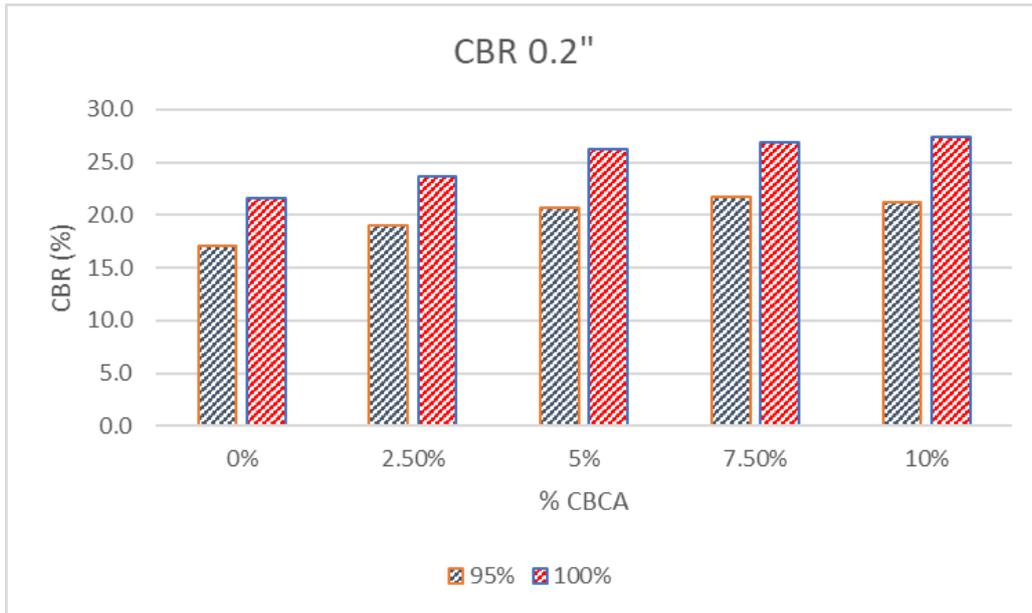


Fig. 27. Valor de CBR 0.2" de Calicata 06

Nota: El máximo valor de CBR al 0.1" al 95%, es obtenido al añadir 7.5% CBCA teniendo un valor de 21.7% y al añadir 10% CBCA se obtendrá un valor máximo al 100% siendo el valor de CBR 27.4%

Resumen de resultados

Tabla XLVIII

Ensayos de calicatas sin adición de cenizas.

Calicata	MDS (g/cm ³)	OCH (%)	CBR 0.1" (kg/cm ²)		CBR 0.2" (kg/cm ²)	
			95%	100%	95%	100%
C1	1.837	11.49	13.1	17.91	16.0	21.7
C2	1.824	11.54	13.3	17.16	16.2	20.8
C3	1.841	11.60	13.8	17.42	16.9	21.3
C4	1.859	11.21	13.5	18.24	16.6	22.1
C5	1.814	11.75	14.2	18.81	17.4	22.8
C6	1.853	11.10	13.9	17.81	17.1	21.6

Tabla XLIX

Resumen de ensayos de calicatas con adición de cenizas.

CBCA		Proctor Modificado		CBR 0.1" (kg/cm ²)		CBR 0.2" (kg/cm ²)	
		OCH (%)	MDS(g/cm ³)	95%	100%	95%	100%
2.5% CBCA	C1	12.14	1.883	14.83	19.66	18.04	23.83
	C2	12.05	1.891	14.63	19.75	17.8	23.92
	C3	12.23	1.899	15.06	19.21	18.43	23.46
	C4	11.74	1.909	15.19	19.77	18.66	23.92
	C5	11.96	1.912	15.00	20.41	18.43	24.71
	C6	12.38	1.874	15.49	19.52	19.03	23.64
5% CBCA	C1	12.62	1.748	16.13	21.36	19.62	25.89
	C2	12.56	1.755	15.87	21.01	19.24	25.43
	C3	12.79	1.773	16.52	20.82	20.33	25.67
	C4	12.38	1.791	16.33	21.54	20.06	26.07
	C5	12.55	1.780	16.64	21.00	20.43	25.43
	C6	12.88	1.741	16.86	21.72	20.71	26.3
7.5% CBCA	C1	13.05	1.715	17.06	23.08	20.62	27.74
	C2	12.99	1.769	17.47	23.59	21.46	28.55
	C3	13.29	1.743	17.52	22.02	21.6	27.10
	C4	13.24	1.705	17.32	22.91	21.24	27.56
	C5	13.33	1.696	17.77	22.70	21.83	27.48
	C6	13.27	1.757	17.67	22.20	21.7	26.86
10% CBCA	C1	12.82	1.681	16.58	22.22	20.33	26.75
	C2	12.71	1.687	16.44	26.56	20.07	32.42
	C3	12.60	1.740	16.76	23.14	20.58	28.01
	C4	12.95	1.714	16.92	21.40	20.86	26.34
	C5	12.50	1.730	17.11	22.12	21.01	26.79
	C6	12.91	1.676	17.31	22.60	21.26	27.37

Nota. Esta tabla muestra un resumen de todas las calicatas en estudios

Comparación % CBCA vs %CBR

Tabla L

Resumen general de ensayo CBR.

Resumen de ensayos de CBR					
Calicata 01					
%CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
CBR	13.1	14.8	16.1	17.1	16.6
Calicata 02					
%CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
CBR	13.3	14.6	15.9	17.5	16.4
Calicata 03					
%CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
CBR	13.8	15.1	16.5	17.5	16.8
Calicata 04					
%CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
CBR	13.5	15.2	16.3	17.3	16.9
Calicata 05					
%CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
CBR	14.2	15.0	16.6	17.8	17.1
Calicata 06					
%CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
CBR	13.9	15.5	16.9	17.7	17.310

Nota. En esta tabla mostramos un comparativo de los porcentajes de CBR de las diferentes calicatas en estudio tanto en su estado natural y sus combinaciones en estudio.

Comparación % CBCA vs MDS

Tabla LI

Resumen general de ensayo Proctor

Resumen de ensayos de Proctor					
Calicata 01					
CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
MDS (g/cm ³)	1.933	1.883	1.840	1.80	1.770
Calicata 02					
CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
MDS (g/cm ³)	1.919	1.891	1.846	1.862	1.776
Calicata 03					
CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
MDS (g/cm ³)	1.939	1.899	1.866	1.834	1.831
Calicata 04					
CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
MDS (g/cm ³)	1.957	1.909	1.885	1.868	1.804
Calicata 05					
CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
MDS (g/cm ³)	11.96	1.912	1.874	1.876	1.821
Calicata 06					
CBCA	M. Natural	+2.5%	+5%	+7.5%	+10%
MDS (g/cm ³)	1.950	1.874	1.833	1.850	1.765

Nota. En esta tabla mostramos un comparativo de los porcentajes de Proctor en estudio tanto en su estado natural y sus combinaciones en estudio.

Consolidado de las gráficas de ensayos mecánicos

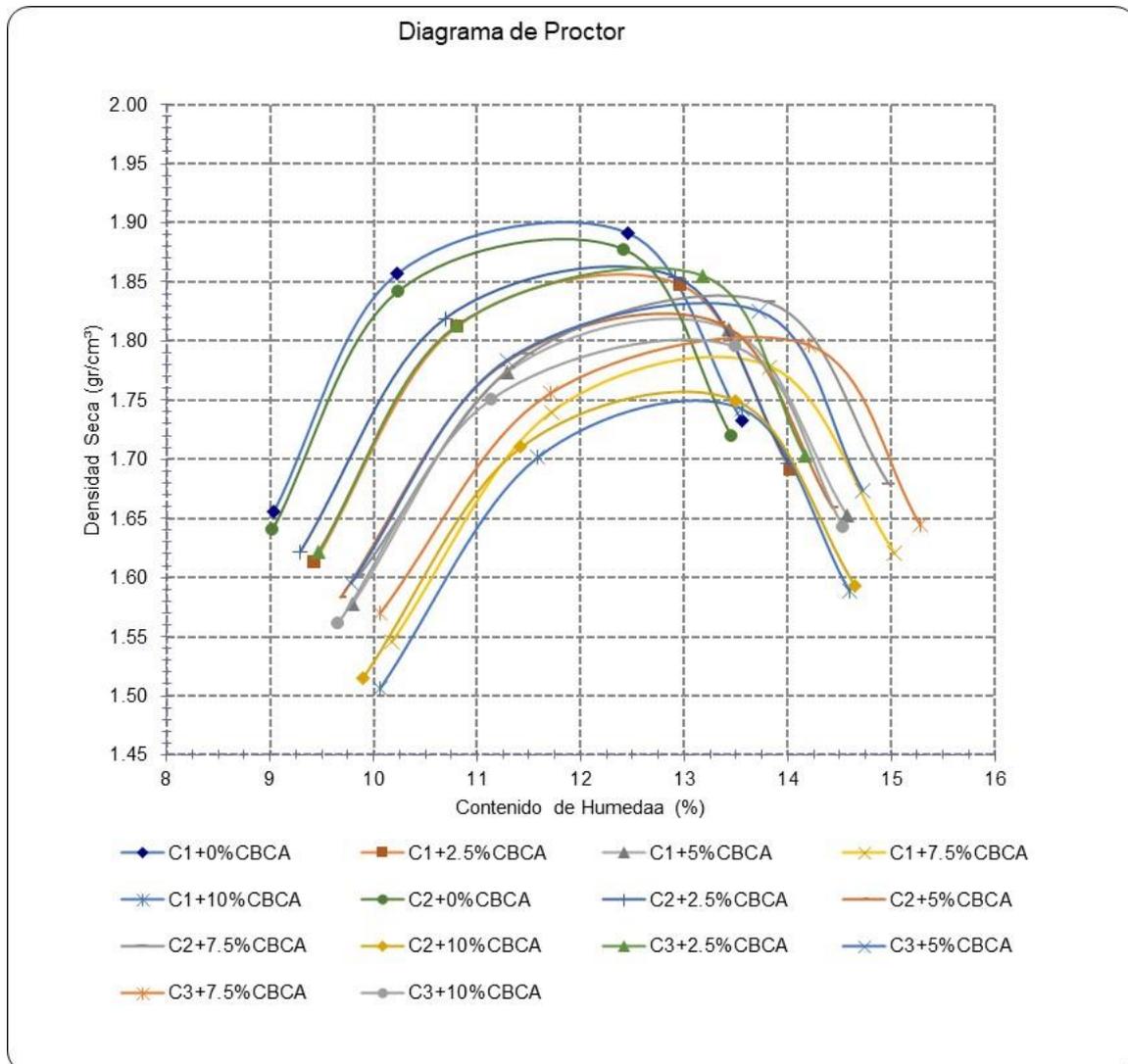


Fig. 28. Consolidados de graficas de Proctor de las Calicatas 1,2 y 3 con sus combinaciones

Nota. Se muestra un consolidado de los diagramas de Proctor (en el eje X OCH y por el eje Y la MDS), de las calicatas 1,2 y 3 en estudio y sus combinaciones

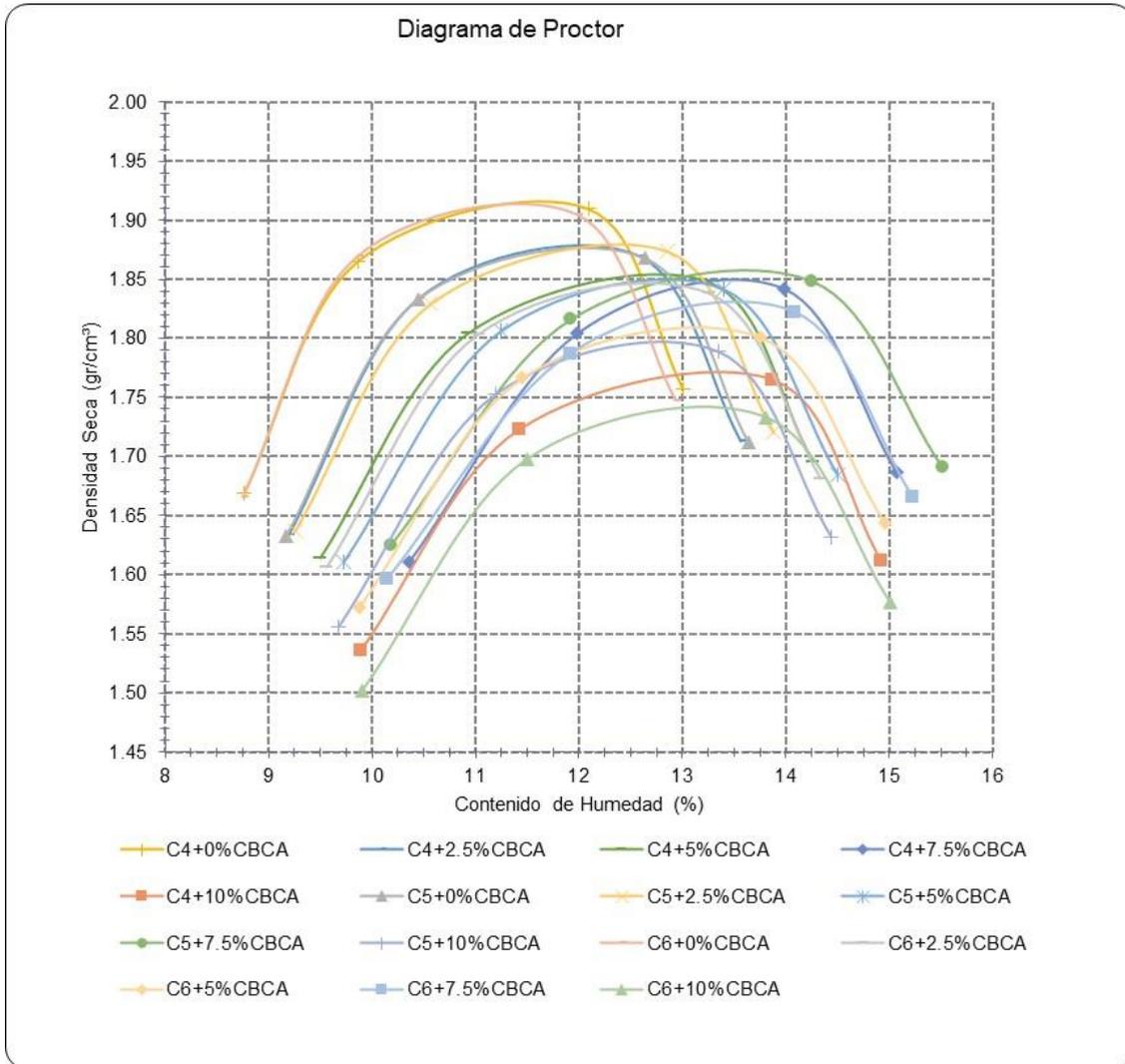


Fig. 29. Consolidados de graficas de Proctor de las Calicatas 4,5 y 6 con sus combinaciones

Nota. Se muestra un consolidado de los diagramas de Proctor (en el eje X OCH y por el eje Y la MDS), de las calicatas 4,5 y 6 en estudio y sus combinaciones

CBR 0.1" (kg/cm²) - 95%

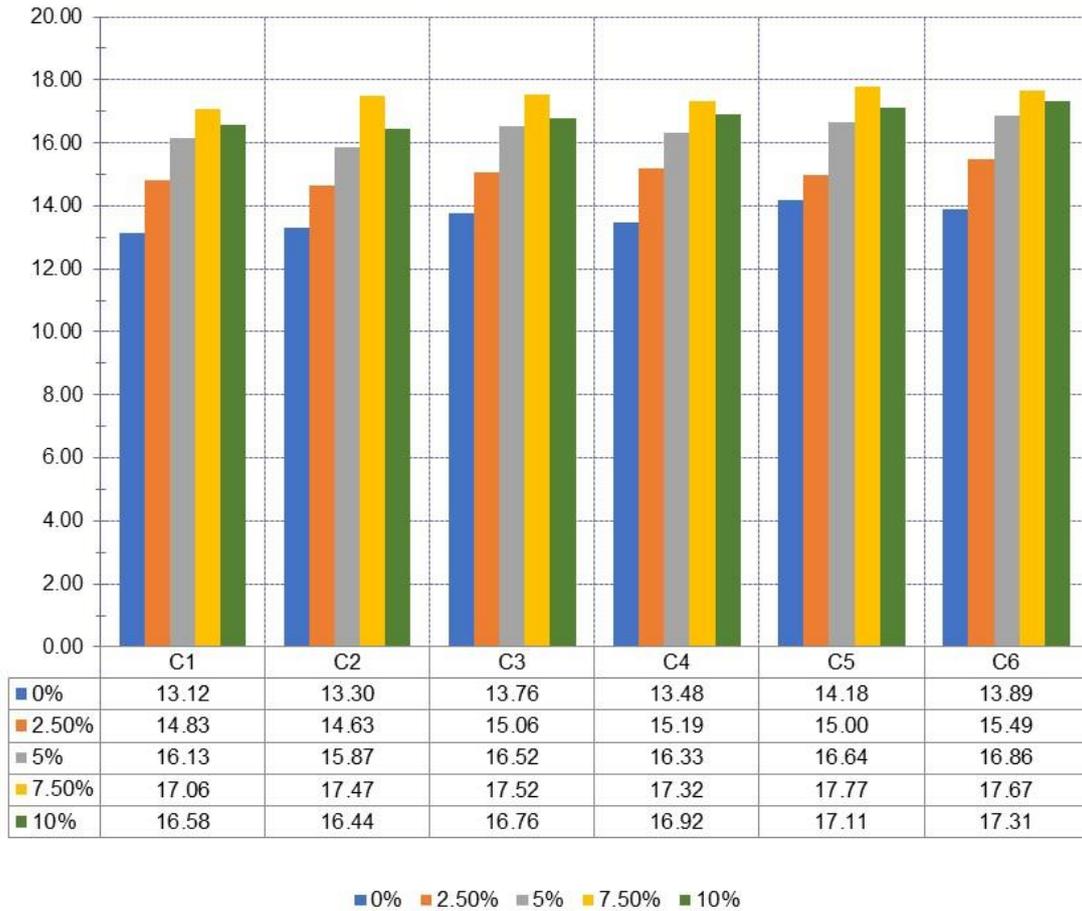


Fig. 30. Consolidados de CBR 0.1" al 95%

Nota. Se muestra un consolidación de las calicatas después de haberse realizado el ensayo de CBR, al 95%, se observa que alcanza su porcentaje máximo al añadir 7.5% CBCA

CBR 0.1" (kg/cm²) - 100%

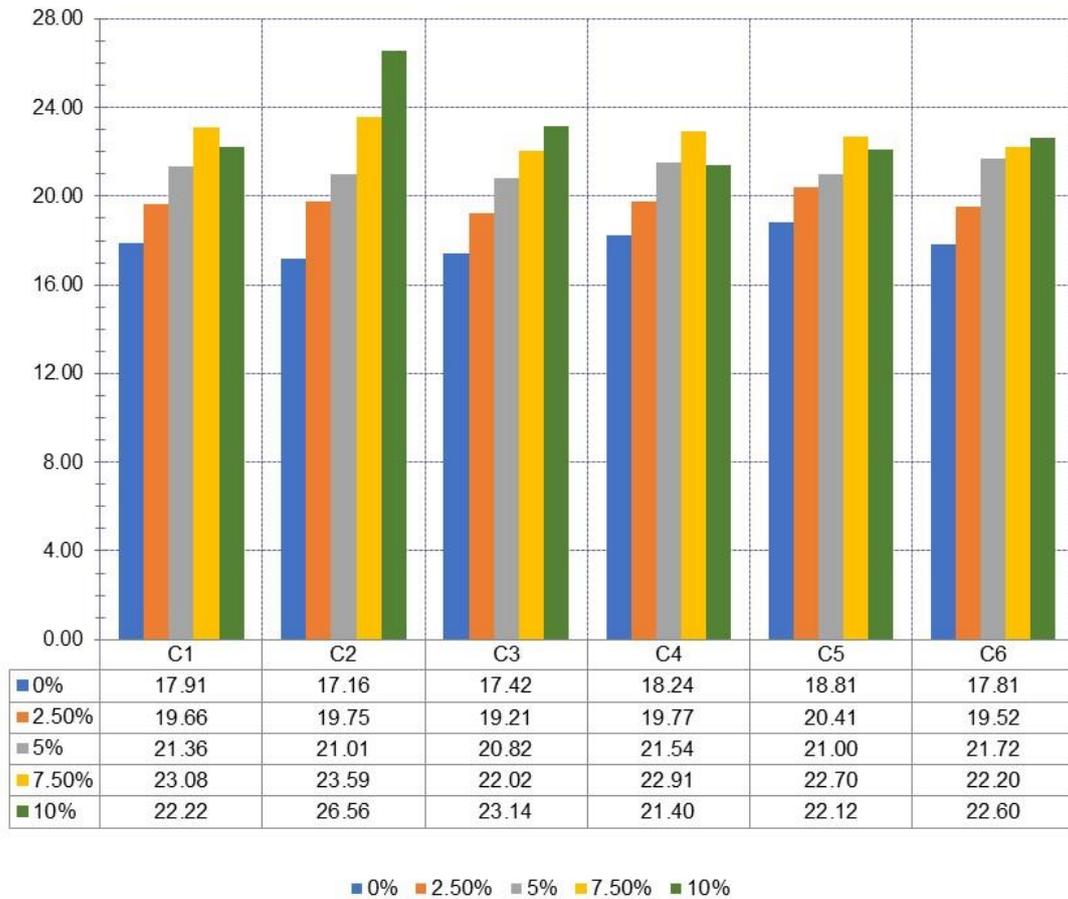


Fig. 31. Consolidados de CBR 0.1" al 100%

Nota. Se muestra un consolidación de las calicatas después de haberse realizado el ensayo de CBR, al 100%, se observa que alcanza su porcentaje máximo al añadir 7.5% CBCA, a excepción de la calicata 2, que el máximo se obtiene al añadir el 10% CBCA

3.2. Discusión

Aquí se detalla discusión de los resultados de nuestra indagación contrastándolos con los resultados de otros investigadores, se discuten la semejanza o contradicciones de nuestra investigación en donde se incluye la ceniza de bagazo de caña de azúcar como agente estabilizador en suelos del Sector "Los Macalopu", distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe.

Sobre los resultados físicos mecánicos.

[20] al agregar CBCA en las proporciones de 2%,4%, 6%, 8% y 10% el OCH aumento, el valor inicial era de 16% llegando hasta 30% siendo el contenido óptimo de ceniza el de 10%. [44] nos dicen que al incorporar ceniza en porcentajes de 5%,10%,15% y 20% la máxima densidad seca disminuye de 16.66, 16.02, 15.46, 14.05 kN/m³ y el óptimo contenido de humedad aumentada desde 15.50%, 19.50%, 20.0%, 21.50%, respectivamente.

Cotejando los resultados con las investigaciones anteriores notamos que guardan semejanza con nuestra investigación pues la máxima densidad seca disminuye al incorporarle la ceniza la ceniza en las proporciones en estudio, la calicata 6, tiene el mayor descenso con respecto a su valor inicial que fue 1.950 gr/cm³, disminuyendo hasta 1.765 gr/cm³ teniendo un porcentaje disminuido de 9.48% al incorporarle CBCA en porcentaje de 10%, por otro lado el valor de en el OCH tiende a aumentar en un valor teniendo como valor máximo de aumento en la calicata 6 teniendo una valor inicial de 11.10 % aumentando hasta un valor de 13.27% a añadirle 7.5% de CBCA, aumentando en un porcentaje de 19.54%.

Sobre los resultados de UCS, con respecto a la CBCA

Para [18] su investigación indicar que el esfuerzo inicial era de 0.025 kg/cm² aumentando hasta 0.042 kg/cm² siendo la muestra optima de 8% de CBCA, debido a sus a las propiedades puzolánicas. Al ser comparados con nuestra investigación el esfuerzo máximo se obtiene al usar 7.5%, siendo el valor promedio obtenido de 6.56 kg/cm²

Respecto al porcentaje óptimo de la CBCA con las que se lograron mejorar las propiedades mecánicas del suelo.

[19] obtiene resultados aumentando el índice de CBR, con respecto a la muestra inicial al incluir porcentaje de ceniza que van desde 2% al 8%, por otro lado [20] concluye que el porcentaje óptimo de ceniza de bagazo de caña es el 5%. En tanto [21] llegó a la conclusión de que si le agregamos porcentajes de ceniza mayores al 10% no obtendremos resultados así que concluye que el porcentaje optimo es del 7%, comparándolos con nuestros resultados observamos que guardan similitud ya que los porcentajes no superan el 10%, teniendo como resultado de la presente investigación 7.5% de CBCA.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se concluye que es factible el uso de CBCA para el mejoramiento de una vía no pavimentada, Se acepta la suposición general de la influencia de la CBCA en dosis de 2.5%, 5.0%, 7.5% y 10.0% ya que éstas influyen de manera positiva en el mejoramiento del suelo del Sector "Los Macalopu", distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, Las propiedades mecánicas del Sector "Los Macalopu", distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe.

1. En esta investigación se menciona que la muestra en su estado natural se clasifica según la SUCS es tipo "arena arcillosa" SC, se realizaron estudios a 06 calicatas, presentaron valores de límites líquidos de 26.56%, 27.50%, 27.05%, 27.37%, 26.64% y 26.57% respectivamente, los valores de índices plásticos son 9.15% para la Calicata 01, 9.44% para la Calicata 02, 9.60% para la Calicata 03, 9.20% para la Calicata 04, 9.23% para la Calicata 05, 9.66% para la Calicata 06. La densidad máxima seca tiene valores de 1.919 gr/cm³, 1.939 gr/cm³, 1.957 gr/cm³, 1.96 gr/cm³ y 1.950 gr/cm³ respectivamente y valores para CBR al 95% MDS de 13.1%, 13.3%, 13.8, 13.5%, 14.2% y 13.9% respectivamente clasificándose como una subrasante buena.
2. La CBCA que se expuso a una temperatura de 650° C obtuvo una resistencia promedio de 6.56 kg/cm² siendo esta la temperatura de quemado óptima.
3. Al adicionar CBCA se evidencia por medio del ensayo de CBR las calicatas incrementaron al adicionarse 7.5% CBCA, donde la calicata 1 obtuvo un valor de 17.1 aumentando 30.53%, la calicata 2 obtuvo un valor de 17.5 aumentando en 31.58%, la calicata 3 obtuvo un valor de 17.5 aumentando en 26.81%, la calicata 4 obtuvo un valor de 17.3 aumentando en 28.15%, la calicata 5 obtuvo un valor de 17.8 aumentando en 25.35% y por último la calicata 6 obtuvo un valor de 17.7 aumentando en 27.34%,
4. Al añadir CBCA aumento con respecto a las muestras patrones de cada calicata la

Capacidad de soporte de California aumentaron obteniendo su máximo valor en el porcentaje de 7.5% de CBCA respecto a la muestra control con valores máximos de 17.1%, 17.5%, 17.5%, 17.3%, 17.8%, 17.7% respectivamente a cada calicata, siendo el porcentaje óptimo de 7.5% CBCA.

.

4.2. Recomendaciones

1. Se recomienda para la realización de algún diseño o mejora del suelo es indispensable se realicen estudios de suelos con la finalidad de ver las condiciones y propiedades obtener más información referente.
2. Se recomienda el reemplazo en función al peso seco del suelo.
3. Se recomienda utilizar como porcentaje optimo el 7.5% de CBCA pues se obtienen valores de mejora significativos con respecto a su capacidad de soporte al 95%, siendo la ceniza un agente estabilizante viable para mejorar la subrasante de vías no pavimentadas.
4. Para futuras investigaciones, se recomienda innovar en nuevos materiales como agentes estabilizantes. Es transcendental mencionar que un análisis de la mezcla también sería primordial para determinar la influencia que tienen en la calidad de este en el suelo.

REFERENCIAS

- [1] F. Jalal, B. Jamhiri, A. Naseem, M. Hussain, M. Iqbal y K. Onyelowe, «Isolated effect and sensitivity of agricultural and industrial waste Ca-based stabilizer materials (CSMs) in evaluating swell shrink nature of palygorskite-rich clays,» *Advances in Civil Engineering*, 2021.
- [2] T. Sharma y S. Singh, «Experimental Study on Stabilisation of Clayey Soil Using Cement and Bagasse Ash,» de *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021.
- [3] M. Deepak, S. Rohini, B. Harini y G. Beulah Gnana Ananthi, «Influence of fly-ash on the engineering characteristics of stabilised clay soil,» *Materials Today: Proceedings*, 2020.
- [4] S. D. Khadka, P. W. Jayawichrama, S. Senadheera y B. Segvic, «Stabilization of highly expansive soils containing sulfate using metakaolin and fly ash based geopolymer modified with lime and gypsum,» *Transportation Geotechnics*, vol. 23, p. 13, 2020.
- [5] A. L. Murmu y A. Patel, «Studies on the Properties of Fly Ash–Rice Husk Ash-Based Geopolymer for Use in Black Cotton Soils,» *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, vol. 6, p. 14, Septiembre 2020.
- [6] A. Sofian y A. Prihatiningsih, «Effectiveness of adding organic waste on expansive soil using handheld penetrometer and free swell test,» de *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020.
- [7] Y. Bhat, S. Rupali y A. Kumar, «Environmental Impact Assessment of Soil Stabilization Materials,» de *Lecture Notes in Civil Engineering*, Punjab, India, 2019.
- [8] k. Gandhi y S. Shukla, «Durability of commercial waste bagasse ash and ground granulated blast furnace slag stabilized high plastic clay,» *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, nº 3, pp. 494-501, 2019.
- [9] A. Mahmood, R. Hassan y A. Fouad, «Effect of Lime, Cement, and Lime-Cement Stabilisation on Low to Medium Plasticity Clayey Soil,» *2019 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering (CSDE)*, p. 7, Diciembre 2019.
- [10] J. James y P. Pandian, «Bagasse Ash as an Auxiliary Additive to Lime Stabilization of an Expansive Soil: Strength and Microstructural Investigation,» *Advances in Civil Engineering*, vol. 2018, 2018.
- [11] R. G. Rathod y K. Ravande, «Soil stabilization by using coarse grain crush sand and pavement design for same,» de *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*, Mumbai, India, 2018.

- [12] C. D. Udawattha, A. V. R. D. Lakmini y R. U. Halwatura, «Fly Ash-based Geopolymer Mud Concrete Block,» de *2018 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon)*, Morutawa, 2018.
- [13] E. Quispe Serrano y M. Sañac Vilca, Artists, *Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018*. [Art]. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES, 2019.
- [14] B. K. Cuipal Chávez , Artist, *Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas, 2018*.. [Art]. Universidad César Vallejo , 2018.
- [15] O. Coronado Zuloeta, «ESTABILIZACIÓN DE SUELOS GRANULARES NO COHESIVOS DE LAMBAYEQUE APLICANDO BACTERIAS CALCIFICANTES,» Lambayeque, 2020.
- [16] A. Quiroz Alcántara, Artist, *Estabilización de suelos con cloruro de sodio, en el camino de bajo volumen de tránsito desde el caserío Los Tubos hasta el caserío Pozo Cuarenta, distrito de Mórrope, provincia de Lambayeque, departamento Lambayeque*. [Art]. 2020.
- [17] W. Awadalseed, Zhao, Honghua, H. Sun, M. Huang y C. Liu, «Expansive Soil Stabilization by Bagasse Ash in Partial Replacement of Cement,» *Journal of Renewable Materials*, vol. 11, nº 4, pp. 1911-1935, 2023.
- [18] V. Mora-Ruiz, M. Riascos-Caipe, F. Sanchez-Garcia, S. Villadiego-Varga y J. Arrieta-Baldovino, «Analysis of the physical, hydraulic, and mechanical properties of sugar bagasse ash-clay geomaterial,» *Revista Materia*, vol. 27, 2022.
- [19] S. Basack, G. Goswami, H. Khabbaz, M. Karakouzian y P. Baruah, «A comparative study on soil stabilization relevant to transport infrastructure using bagasse ash and stone dust and cost effectiveness,» *Civil Engineering Journal (Iran)*, vol. 7, nº 11, pp. 1947-1963, 2021.
- [20] T. Zalwango, A. Bazairwe y A. Safiki, «Blending lime with sugarcane bagasse ash for stabilizing expansive clay soils in subgrade,» *Journal of Engineering and Technological Sciences*, Octubre 2021.
- [21] R. k. Sharma, «Utilization of Fly Ash and Waste Ceramic in Improving Characteristics of Clayey Soil: A Laboratory Study,» *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 38, p. 14, Octubre 2020.
- [22] V. Sharma y S. Singh, «Modeling for the use of waste materials (Bottom ash and fly ash)

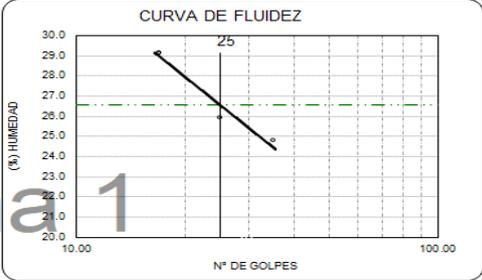
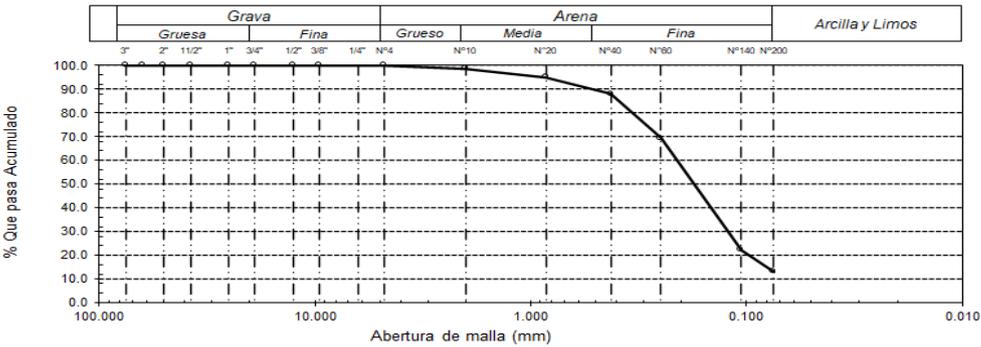
in soil stabilization,» *Department of Civil Engineering, Chandigarh University*, p. 5, Mayo 2020.

- [23] G. P. Gómez, J. G. Bastidas Martínez y J. C. Ruge Cárdenas, «Soil stabilization with lime and fly ash,» de *2019 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*, Bogota, Colombia, 2019.
- [24] F. Hidalgo, Saavedra J., C. Fernandez y G. Duran, «Stabilization of clayey soil for subgrade using rice husk ash (RHA) and sugarcane bagasse ash (SCBA),» de *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020.
- [25] J. Y. Landa Alarcon y S. F. Torres Montesinos, Artists, *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso ceniza volantes de bagazo de caña de azucar y cal.* [Art]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
- [26] A. E. Apolinarez Tovar, Artist, *Estabilización de subrasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja.* [Art]. Universidad Peruana los Ades, 2018.
- [27] E. Juarez Badillo y A. Rico Rodriguez, *Mecánica de suelos - Fundamentos de la mecánica de suelos*, Noriega, Ed., México: Limusa, 2005.
- [28] C. Crespo Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones*, 5ta ed., N. Editores, Ed., México: Limusa, 2004.
- [29] K. Terzaghi y R. B. Peck, *Mecánica de suelos en la ingeniería práctica*, Segunda Edición ed., El ateneo S.A., 1973.
- [30] D. Braja M., *Fundamentos de ingeniería Geotécnica.*, Cuarta Edición ed., Cengage Learning Editores S.A., 2013.
- [31] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, *Manual de carreteras - "Suelos geología, geotecnia y pavimentos" - Seccion suelos y pavimentos.*, Lima: Ministerio Tranportes y Comunicaciones, 2014, p. 305.
- [32] L. Bañón y J. F. Beviá García, *Manual de Carreteras, construcción y mantenimiento.*, vol. II, C. d. O. S. Ortiz e Hijos, Ed., Alicante: Universidad de Alicante, 2002.
- [33] A. Rico Rodríguez y H. Del Castillo, *La Ingeniería de suelos en las vías terrestres 2: carreteras, ferrocarriles y autopistas*, Limusa S.A., 2005.
- [34] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*, Bogotá: Universidad Católica de Colombia , 2002.
- [35] M. Duarte Ahumada, «Mejoramiento de suelos con adiciones químicas,» 2013. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/magaduah/mejoramiento-de-suelos-con-adiciones-qumicas>.

- [36] A. Sampedro Rodríguez , Tratamientos de suelos, Madrid: Asociacion Nacional de Fabricantes de cales y derivados de españa, 2005.
- [37] H. A. Rondón Quintana y F. A. Reyes Lizcano, Pavimentos: materiales, construcción y diseño, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015.
- [38] E. Bowles, Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, vol. Segunda ed., Mexico D.F.: McGraw Hill Interamericana, 1981.
- [39] ASTM International, «Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.,» West Conshohocken, ASTM D-2166, 2012.
- [40] ASTM International, «Standard Test Method for Particle-Size analysis of Soil,» West Conshohocken, ASTM D-422, 2007.
- [41] ASTM International, «Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)),» West Conshohocken, ASTM D-1557, 2012.
- [42] ASTM International, «Standard Test Method for California Bearing Ratio,» West Conshohocken, ASTM D-1883, 2016.
- [43] C. A. Bernal Torres, Metodología de la investigación, Pearson, 2010.
- [44] J. Arpit, K. Choudhary y J. Jha, «Influence of Rice Husk Ash on the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil,» *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 38, n° 2020, p. 2293–2302, 2020.
- [45] ASTM International, «Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils,» West Conshohocken, ASTM D-4318, 2017.

ANEXOS

- Instrumentos de recolección de datos.

 LEMS W&C EIRL Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589	Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Chiclayo – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswceirl@gmail.com																																																																																					
Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS Proyecto / Obra : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR" Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque. Fecha de ensayo : 03 de Agosto del 2021																																																																																						
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico. : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.																																																																																						
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999 : N.T.P. 399.131 : N.T.P. 339.127: 1998																																																																																						
Calicata: C - 1	Muestra: M - 1	Profundidad: 0.30 - 1.50m																																																																																				
Análisis Granulométrico por tamizado		Ensayo de Límite de Atterberg																																																																																				
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa	Requerimiento Granulométrico																																																																																		
3"	75.000	0.0	100.0		Límite líquido (LL) 26.56 (%)																																																																																	
2"	50.000	0.0	100.0		Límite Plástico (LP) 17.41 (%)																																																																																	
1 1/2"	37.500	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) 9.16 (%)																																																																																	
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																																																																																			
N° 4	4.750	0.0	100.0																																																																																			
N° 10	2.000	1.3	98.7																																																																																			
N° 20	0.850	5.0	95.0																																																																																			
N° 40	0.425	12.0	88.0																																																																																			
N° 60	0.250	30.7	69.3																																																																																			
N° 140	0.106	77.7	22.3																																																																																			
N° 200	0.075	87.0	13.0																																																																																			
Distribución granulométrica																																																																																						
% Grava	G.G. %	0.0			Clasificación (S.U.C.S.) SC																																																																																	
	G.F. %	0.0		0.0																																																																																		
% Arena	A.G. %	1.3			Descripción del suelo Arena arcillosa																																																																																	
	A.M. %	10.7																																																																																				
	A.F. %	75.0		87.0																																																																																		
% Arcilla y Limo		13.0		13.0	Clasificación (AASHTO) A-2-4 (0)																																																																																	
Total		100.0		100.0	Descripción BUENO																																																																																	
Contenido de Humedad				8.40	BUENO																																																																																	
CURVA GRANULOMETRICA																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="4">Grava</th> <th colspan="4">Arena</th> <th>Arcilla y Limos</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Gruesa</th> <th colspan="2">Fina</th> <th>Grueso</th> <th>Media</th> <th colspan="2">Fina</th> <th></th> </tr> <tr> <td>3"</td><td>2"</td><td>1 1/2"</td><td>1"</td><td>3/4"</td><td>1/2"</td><td>3/8"</td><td>1/4"</td><td>N°4</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>N°10</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>N°20</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>N°40</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>N°60</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>N°140</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>N°200</td> </tr> </table>						Grava				Arena				Arcilla y Limos	Gruesa		Fina		Grueso	Media	Fina			3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	N°4									N°10									N°20									N°40									N°60									N°140									N°200
Grava				Arena				Arcilla y Limos																																																																														
Gruesa		Fina		Grueso	Media	Fina																																																																																
3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	N°4																																																																														
								N°10																																																																														
								N°20																																																																														
								N°40																																																																														
								N°60																																																																														
								N°140																																																																														
								N°200																																																																														
																																																																																						
Observaciones: - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.																																																																																						
 WILSON OLAYA AGUILAR TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS			 Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904																																																																																			

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto / Obra : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 03 de Agosto del 2021

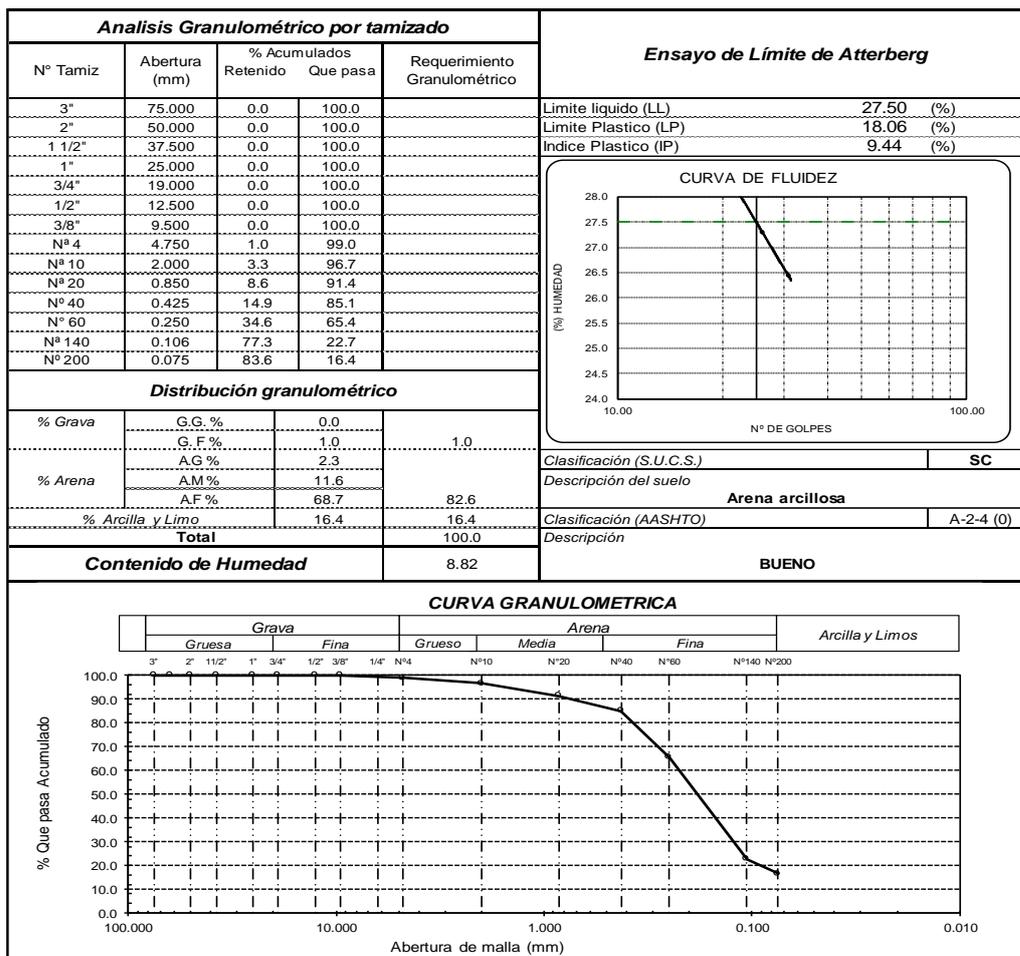
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

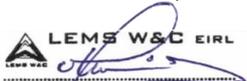
Calicata: C - 2

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.30 - 1.50m



Observaciones:
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto / Obra : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 05 de Agosto del 2021

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 3

Muestra: M - 1

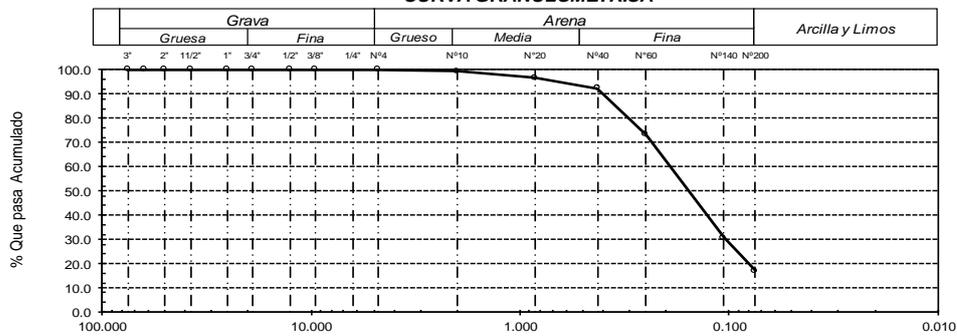
Profundidad: 0.30 - 1.50m

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa	Requerimiento Granulométrico	
3"	75.000	0.0	100.0		Límite líquido (LL) 27.05 (%)
2"	50.000	0.0	100.0		Límite Plástico (LP) 17.46 (%)
1 1/2"	37.500	0.0	100.0		Índice Plástico (IP) 9.60 (%)
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		
N° 4	4.750	0.0	100.0		
N° 10	2.000	0.7	99.3		
N° 20	0.850	3.4	96.6		
N° 40	0.425	7.7	92.3		
N° 60	0.250	26.7	73.3		
N° 140	0.106	69.4	30.6		
N° 200	0.075	83.1	16.9		

Distribución granulométrica				CURVA DE FLUIDEZ	
% Grava	G.G. %	0.0			
	G.F. %	0.0	0.0		
% Arena	AG %	0.7			
	AM %	7.0			
	AF %	75.4	83.1		
% Arcilla y Limo		16.9	16.9		
Total			100.0		

Contenido de Humedad		Clasificación (S.U.C.S.)	
	8.72		SC
		Descripción del suelo Arena arcillosa	
		Clasificación (AASHTO) A-2-4 (0)	
		Descripción BUENO	

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"	N°4		N°10	N°20	N°40	N°60
N°140	N°200					



Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto / Obra : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"

Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.

Fecha de apertura : 03 de Agosto del 2021

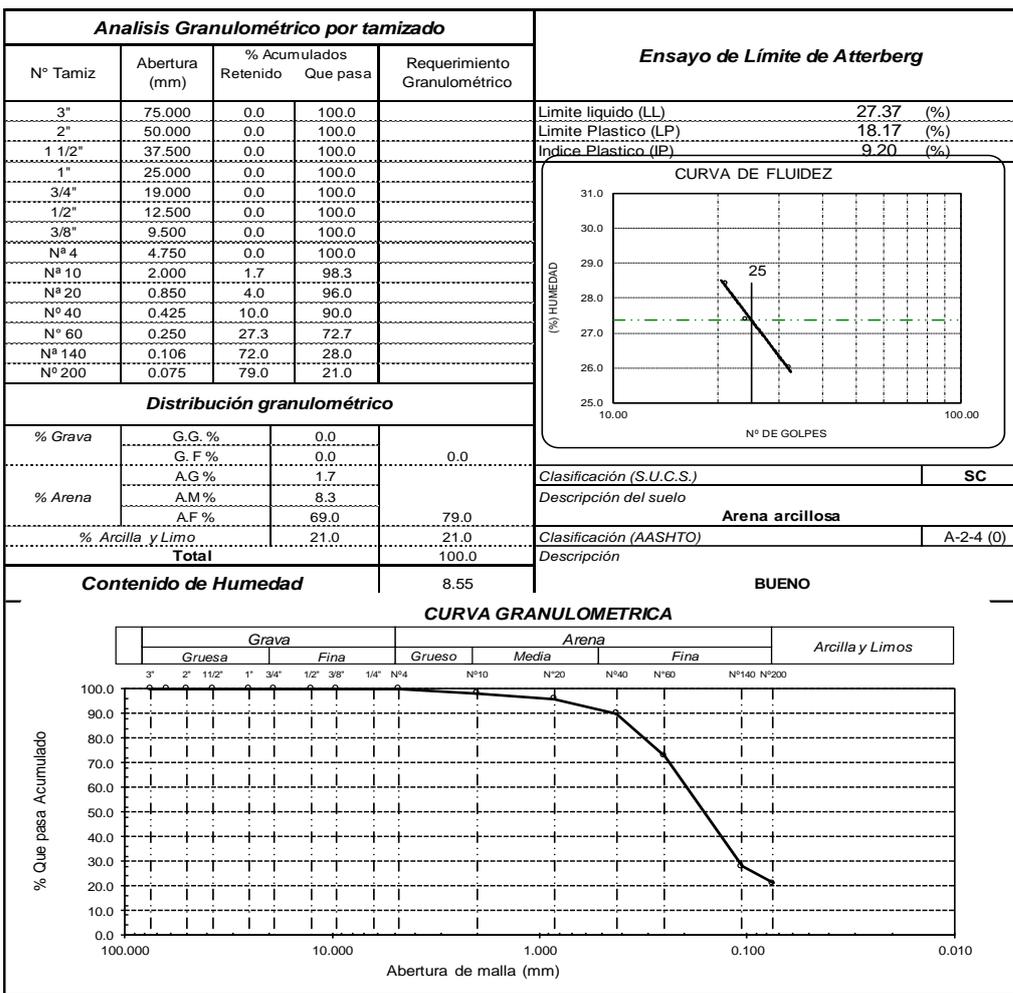
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 4

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.30 - 1.50m


Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

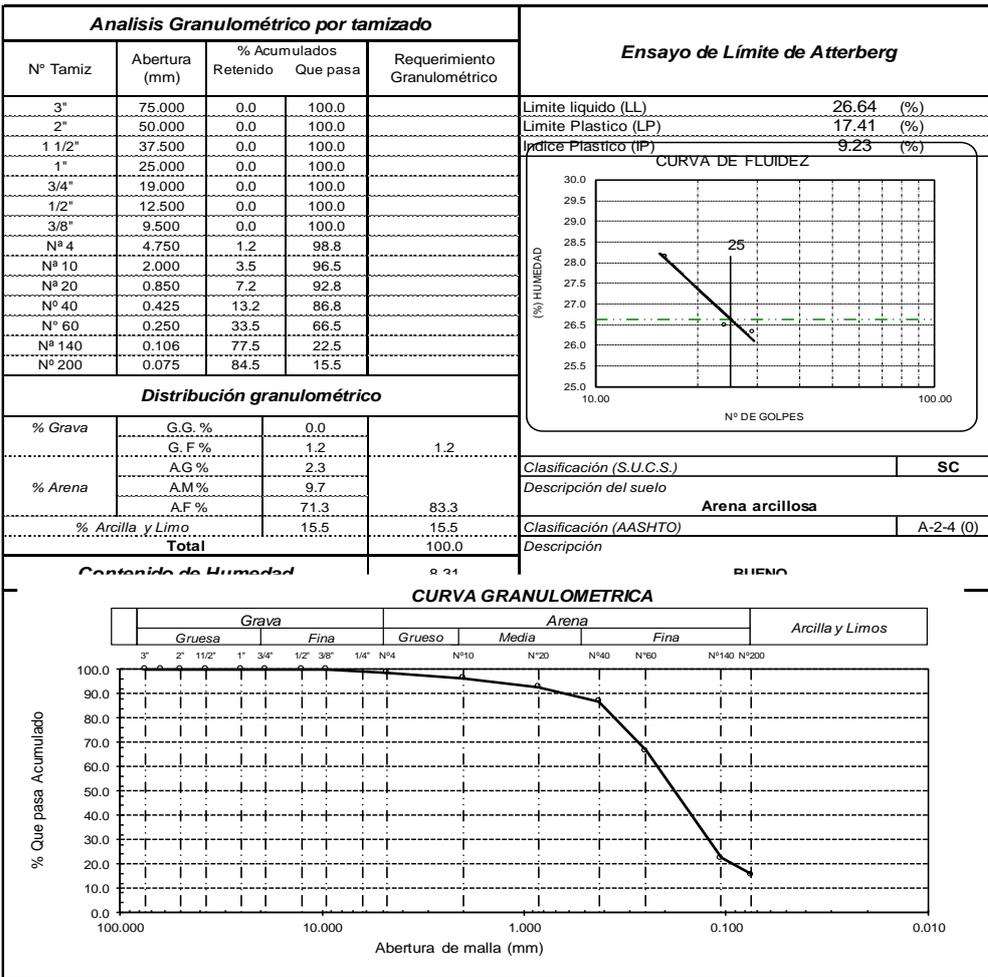
Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto / Obra : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 05 de Agosto del 2021

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 399.127: 1998

Calicata: C - 5

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.30 - 1.50m


Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

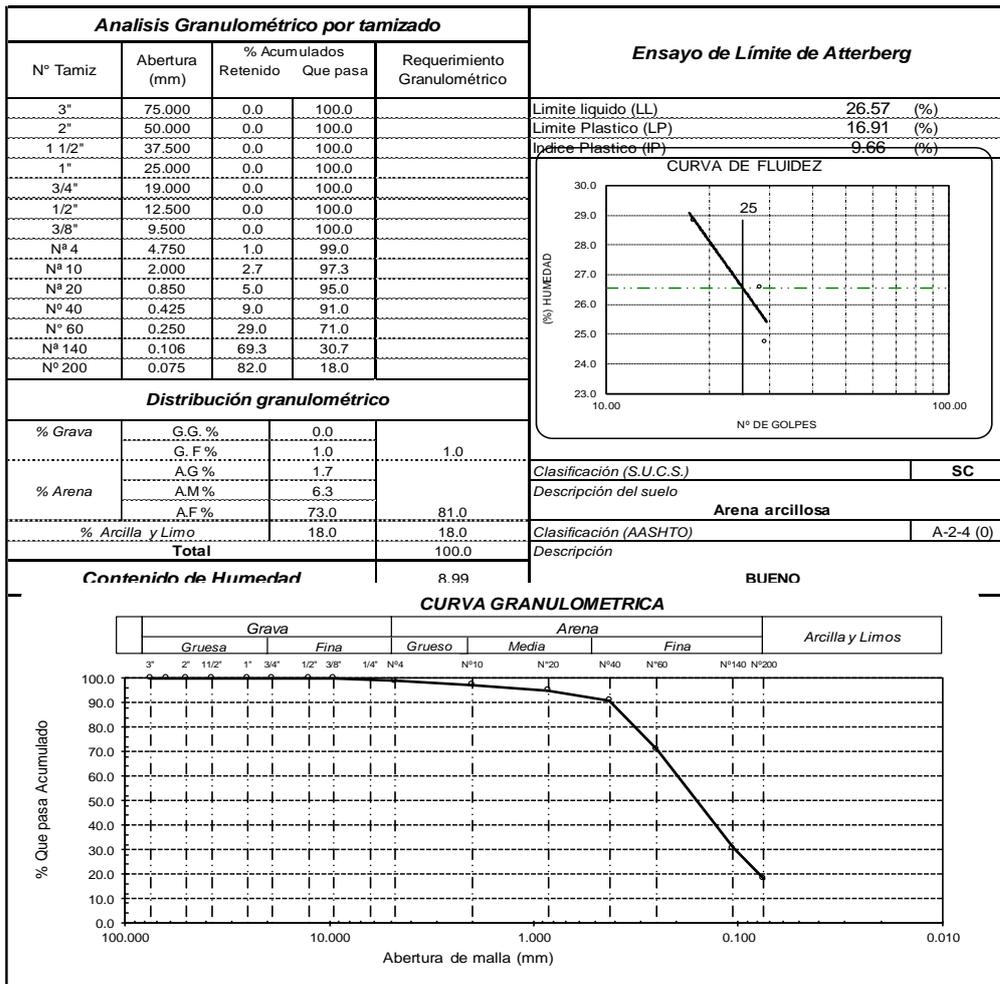
Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto / Obra : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 05 de Agosto del 2021

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999
 : N.T.P. 399.131
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 6

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.30 - 1.50m


Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 15 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

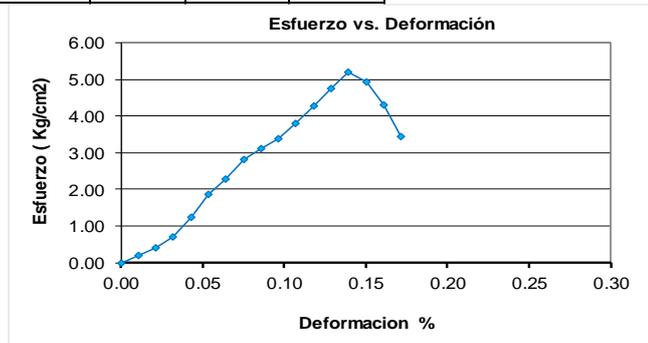
Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.42 cm	9.32 cm	Remoldeada	202.10 g	0.940 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
23.07 cm ²	215.03 cm ³	10.12%	183.53 g	1.823 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.72	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	23.072	0.000	0.00
0.100	4.85	0.0001	0.9999	23.075	0.210	0.01
0.200	9.12	0.0002	0.9998	23.077	0.395	0.02
0.300	16.04	0.0003	0.9997	23.080	0.695	0.03
0.400	28.27	0.0004	0.9996	23.082	1.225	0.04
0.500	42.98	0.0005	0.9995	23.085	1.862	0.05
0.600	52.86	0.0006	0.9994	23.087	2.289	0.06
0.700	64.82	0.0008	0.9992	23.090	2.808	0.08
0.800	71.75	0.0009	0.9991	23.092	3.107	0.09
0.900	78.34	0.0010	0.9990	23.094	3.392	0.10
1.000	87.38	0.0011	0.9989	23.097	3.783	0.11
1.100	98.66	0.0012	0.9988	23.099	4.271	0.12
1.200	109.99	0.0013	0.9987	23.102	4.761	0.13
1.300	120.32	0.0014	0.9986	23.104	5.208	0.14
1.400	114.17	0.0015	0.9985	23.107	4.941	0.15
1.500	99.17	0.0016	0.9984	23.109	4.291	0.16
1.600	79.17	0.0017	0.9983	23.112	3.426	0.17

$$\sigma_{max.} = 5.21 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


WILSON CLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector Señor de los Milagros, Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 15 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C1		1.5 m	10%

Datos de la Muestra

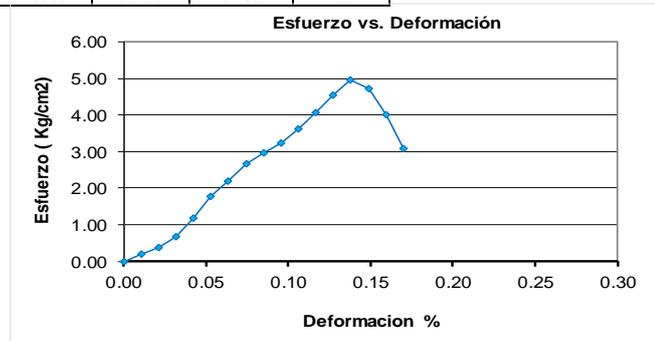
Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.23 cm	9.42 cm	Remoldeada	204.20 g	1.009 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
21.48 cm ²	202.37 cm ³	10.12%	185.43 g	1.823 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.80	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	21.483	0.000	0.00
0.100	4.31	0.0001	0.9999	21.485	0.201	0.01
0.200	8.10	0.0002	0.9998	21.487	0.377	0.02
0.300	14.24	0.0003	0.9997	21.490	0.663	0.03
0.400	25.11	0.0004	0.9996	21.492	1.168	0.04
0.500	38.17	0.0005	0.9995	21.494	1.776	0.05
0.600	46.95	0.0006	0.9994	21.497	2.184	0.06
0.700	57.58	0.0007	0.9993	21.499	2.678	0.07
0.800	63.73	0.0008	0.9992	21.501	2.964	0.08
0.900	69.58	0.0010	0.9990	21.503	3.236	0.10
1.000	77.62	0.0011	0.9989	21.506	3.609	0.11
1.100	87.64	0.0012	0.9988	21.508	4.075	0.12
1.200	97.70	0.0013	0.9987	21.510	4.542	0.13
1.300	106.87	0.0014	0.9986	21.513	4.968	0.14
1.400	101.41	0.0015	0.9985	21.515	4.713	0.15
1.500	86.41	0.0016	0.9984	21.517	4.016	0.16
1.600	66.41	0.0017	0.9983	21.519	3.086	0.17

$$\sigma_{max.} = 4.97 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 15 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

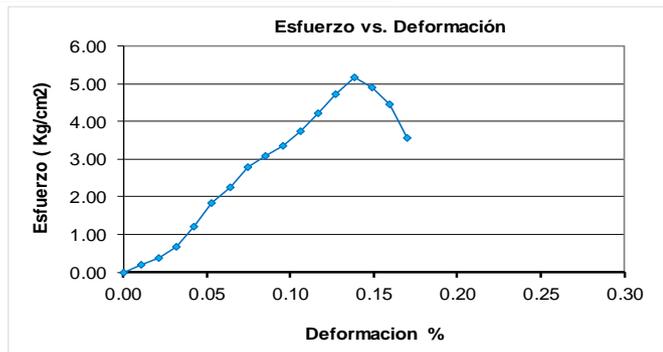
Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.34 cm	9.41 cm	Remoldeada	204.20 g	0.969 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
22.40 cm ²	210.75 cm ³	10.12%	185.43 g	1.823 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.76	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (Kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	22.396	0.000	0.00
0.100	4.66	0.0001	0.9999	22.398	0.208	0.01
0.200	8.75	0.0002	0.9998	22.401	0.391	0.02
0.300	15.40	0.0003	0.9997	22.403	0.687	0.03
0.400	27.14	0.0004	0.9996	22.406	1.211	0.04
0.500	41.26	0.0005	0.9995	22.408	1.841	0.05
0.600	50.75	0.0006	0.9994	22.410	2.264	0.06
0.700	62.23	0.0007	0.9993	22.413	2.777	0.07
0.800	68.89	0.0009	0.9991	22.415	3.073	0.09
0.900	75.21	0.0010	0.9990	22.418	3.355	0.10
1.000	83.89	0.0011	0.9989	22.420	3.742	0.11
1.100	94.72	0.0012	0.9988	22.422	4.224	0.12
1.200	105.60	0.0013	0.9987	22.425	4.709	0.13
1.300	115.52	0.0014	0.9986	22.427	5.151	0.14
1.400	109.61	0.0015	0.9985	22.429	4.887	0.15
1.500	99.61	0.0016	0.9984	22.432	4.441	0.16
1.600	79.61	0.0017	0.9983	22.434	3.549	0.17

$$\sigma_{max.} = 5.15 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS

Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.

Fecha de ensayo : 07 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

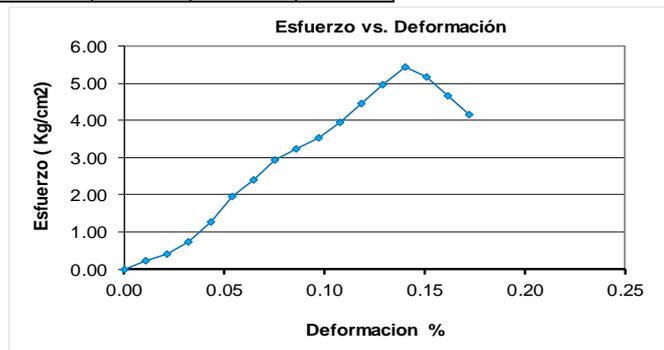
Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.02 cm	9.27 cm	Remoldeada	204.32 g	1.113 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
19.79 cm ²	183.53 cm ³	10.10%	185.58 g	1.880 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.85	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	19.792	0.000	0.00
0.100	4.35	0.0001	0.9999	19.794	0.220	0.01
0.200	8.16	0.0002	0.9998	19.797	0.412	0.02
0.300	14.35	0.0003	0.9997	19.799	0.725	0.03
0.400	25.31	0.0004	0.9996	19.801	1.278	0.04
0.500	38.47	0.0005	0.9995	19.803	1.943	0.05
0.600	47.31	0.0006	0.9994	19.805	2.389	0.06
0.700	58.02	0.0008	0.9992	19.807	2.929	0.08
0.800	64.22	0.0009	0.9991	19.809	3.242	0.09
0.900	70.12	0.0010	0.9990	19.812	3.540	0.10
1.000	78.22	0.0011	0.9989	19.814	3.948	0.11
1.100	88.31	0.0012	0.9988	19.816	4.457	0.12
1.200	98.45	0.0013	0.9987	19.818	4.968	0.13
1.300	107.70	0.0014	0.9986	19.820	5.434	0.14
1.400	102.19	0.0015	0.9985	19.822	5.155	0.15
1.500	92.19	0.0016	0.9984	19.824	4.651	0.16
1.600	82.19	0.0017	0.9983	19.827	4.146	0.17

$$\sigma_{max.} = 5.43 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 07 de Febrero del 2022

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

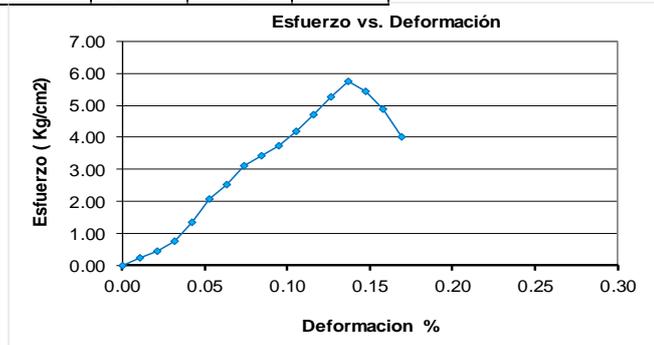
Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.18 cm	9.47 cm	Remoldeada	211.21 g	1.058 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
21.07 cm ²	199.64 cm ³	10.10%	191.83 g	1.880 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.83	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	21.074	0.000	0.00
0.100	4.89	0.0001	0.9999	21.076	0.232	0.01
0.200	9.18	0.0002	0.9998	21.079	0.436	0.02
0.300	16.15	0.0003	0.9997	21.081	0.766	0.03
0.400	28.47	0.0004	0.9996	21.083	1.350	0.04
0.500	43.28	0.0005	0.9995	21.085	2.053	0.05
0.600	53.23	0.0006	0.9994	21.087	2.524	0.06
0.700	65.28	0.0007	0.9993	21.090	3.095	0.07
0.800	72.26	0.0008	0.9992	21.092	3.426	0.08
0.900	78.89	0.0010	0.9990	21.094	3.740	0.10
1.000	88.00	0.0011	0.9989	21.096	4.171	0.11
1.100	99.36	0.0012	0.9988	21.099	4.709	0.12
1.200	110.77	0.0013	0.9987	21.101	5.249	0.13
1.300	121.17	0.0014	0.9986	21.103	5.742	0.14
1.400	114.98	0.0015	0.9985	21.105	5.448	0.15
1.500	102.98	0.0016	0.9984	21.108	4.879	0.16
1.600	84.98	0.0017	0.9983	21.110	4.025	0.17

$$\sigma_{max.} = 5.74 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 07 de Febrero del 2022

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
C1			7.5%

Datos de la Muestra

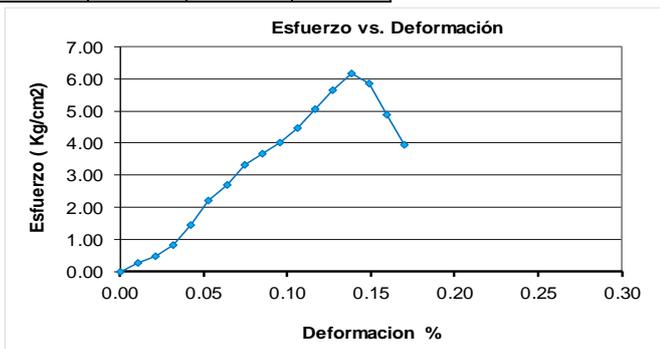
Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.15 cm	9.41 cm	Remoldeada	212.00 g	1.082 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
20.83 cm ²	196.02 cm ³	10.10%	192.55 g	1.880 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.83	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	20.831	0.000	0.00
0.100	5.18	0.0001	0.9999	20.833	0.249	0.01
0.200	9.74	0.0002	0.9998	20.835	0.467	0.02
0.300	17.13	0.0003	0.9997	20.837	0.822	0.03
0.400	30.19	0.0004	0.9996	20.840	1.449	0.04
0.500	45.90	0.0005	0.9995	20.842	2.202	0.05
0.600	56.45	0.0006	0.9994	20.844	2.708	0.06
0.700	69.23	0.0007	0.9993	20.846	3.321	0.07
0.800	76.63	0.0009	0.9991	20.848	3.676	0.09
0.900	83.67	0.0010	0.9990	20.851	4.013	0.10
1.000	93.32	0.0011	0.9989	20.853	4.475	0.11
1.100	105.37	0.0012	0.9988	20.855	5.053	0.12
1.200	117.47	0.0013	0.9987	20.857	5.632	0.13
1.300	128.50	0.0014	0.9986	20.860	6.160	0.14
1.400	121.93	0.0015	0.9985	20.862	5.845	0.15
1.500	101.93	0.0016	0.9984	20.864	4.886	0.16
1.600	81.93	0.0017	0.9983	20.866	3.926	0.17

$$\sigma_{max.} = 6.16 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 09 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

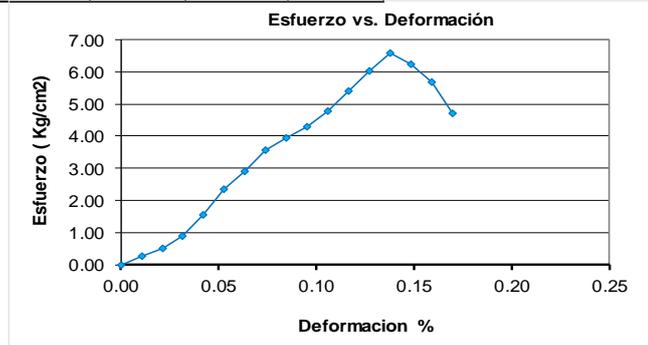
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.39 cm	9.43 cm	Remoldeada	209.21 g	0.973 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
22.82 cm ²	215.10 cm ³	10.87%	188.70 g	1.719 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.75	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	22.817	0.000	0.00
0.100	6.07	0.0001	0.9999	22.820	0.266	0.01
0.200	11.40	0.0002	0.9998	22.822	0.499	0.02
0.300	20.04	0.0003	0.9997	22.825	0.878	0.03
0.400	35.33	0.0004	0.9996	22.827	1.548	0.04
0.500	53.71	0.0005	0.9995	22.830	2.352	0.05
0.600	66.05	0.0006	0.9994	22.832	2.893	0.06
0.700	81.01	0.0007	0.9993	22.834	3.548	0.07
0.800	89.66	0.0008	0.9992	22.837	3.926	0.08
0.900	97.90	0.0010	0.9990	22.839	4.286	0.10
1.000	109.20	0.0011	0.9989	22.842	4.781	0.11
1.100	123.29	0.0012	0.9988	22.844	5.397	0.12
1.200	137.45	0.0013	0.9987	22.847	6.016	0.13
1.300	150.36	0.0014	0.9986	22.849	6.580	0.14
1.400	142.67	0.0015	0.9985	22.851	6.243	0.15
1.500	129.67	0.0016	0.9984	22.854	5.674	0.16
1.600	107.67	0.0017	0.9983	22.856	4.711	0.17

$$\sigma_{max.} = 6.58 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Certificado INDECOP N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFAE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 09 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

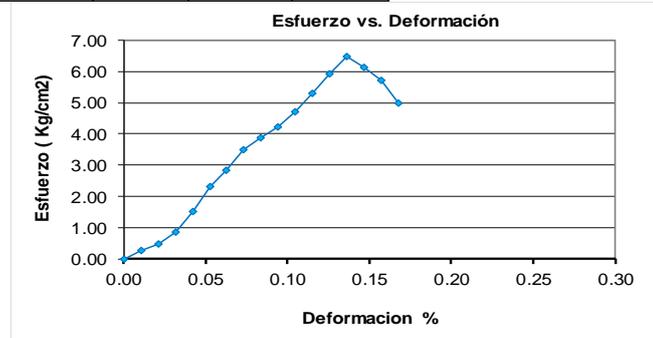
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.78 cm	9.53 cm	Remoldeada	209.45 g	0.838 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
26.24 cm ²	249.98 cm ³	10.87%	188.91 g	1.719 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.65	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	26.239	0.000	0.00
0.100	6.85	0.0001	0.9999	26.242	0.261	0.01
0.200	12.87	0.0002	0.9998	26.244	0.491	0.02
0.300	22.64	0.0003	0.9997	26.247	0.863	0.03
0.400	39.91	0.0004	0.9996	26.250	1.520	0.04
0.500	60.68	0.0005	0.9995	26.253	2.311	0.05
0.600	74.62	0.0006	0.9994	26.255	2.842	0.06
0.700	91.52	0.0007	0.9993	26.258	3.485	0.07
0.800	101.30	0.0008	0.9992	26.261	3.857	0.08
0.900	110.60	0.0009	0.9991	26.264	4.211	0.09
1.000	123.37	0.0010	0.9990	26.266	4.697	0.10
1.100	139.29	0.0012	0.9988	26.269	5.302	0.12
1.200	155.28	0.0013	0.9987	26.272	5.911	0.13
1.300	169.87	0.0014	0.9986	26.275	6.465	0.14
1.400	161.18	0.0015	0.9985	26.278	6.134	0.15
1.500	150.18	0.0016	0.9984	26.280	5.715	0.16
1.600	131.18	0.0017	0.9983	26.283	4.991	0.17

$$\sigma_{max} = 6.47 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 09 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

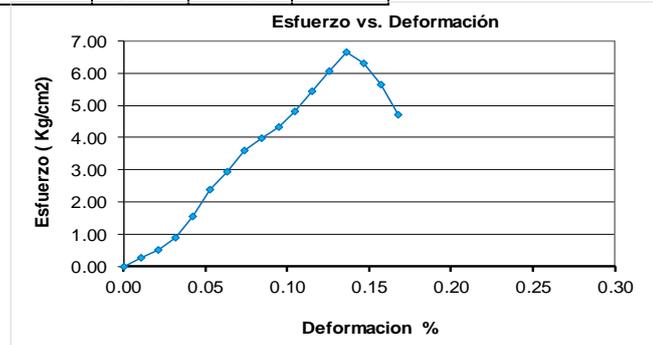
Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.62 cm	9.52 cm	Remoldeada	205.80 g	0.871 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
24.81 cm ²	236.16 cm ³	10.87%	185.62 g	1.719 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.69	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	24.806	0.000	0.00
0.100	6.66	0.0001	0.9999	24.809	0.268	0.01
0.200	12.51	0.0002	0.9998	24.812	0.504	0.02
0.300	22.00	0.0003	0.9997	24.814	0.886	0.03
0.400	38.78	0.0004	0.9996	24.817	1.563	0.04
0.500	58.95	0.0005	0.9995	24.819	2.375	0.05
0.600	72.50	0.0006	0.9994	24.822	2.921	0.06
0.700	88.91	0.0007	0.9993	24.825	3.582	0.07
0.800	98.42	0.0008	0.9992	24.827	3.964	0.08
0.900	107.45	0.0009	0.9991	24.830	4.328	0.09
1.000	119.86	0.0011	0.9989	24.832	4.827	0.11
1.100	135.33	0.0012	0.9988	24.835	5.449	0.12
1.200	150.87	0.0013	0.9987	24.838	6.074	0.13
1.300	165.04	0.0014	0.9986	24.840	6.644	0.14
1.400	156.60	0.0015	0.9985	24.843	6.304	0.15
1.500	140.60	0.0016	0.9984	24.845	5.659	0.16
1.600	116.60	0.0017	0.9983	24.848	4.692	0.17

$$\sigma_{max.} = 6.64 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS

Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR

Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.

Fecha de ensayo : 12 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

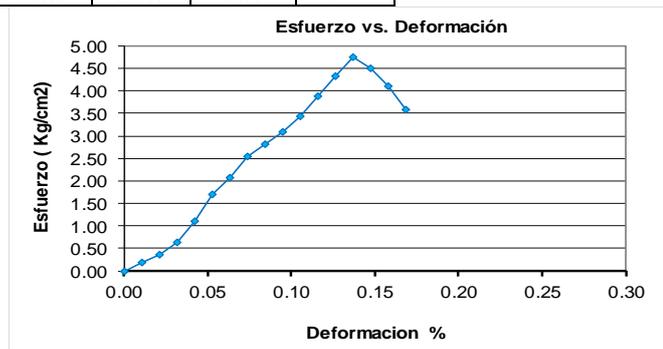
Diámetro inicial (D ₀)	Altura inicial (L ₀)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.50 cm	9.50 cm	Remoldeada	205.40 g	0.910 g/cm ³
Área inicial (A ₀)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
23.76 cm ²	225.73 cm ³	10.29%	186.24 g	1.803 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L ₀ /D ₀	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.73	ΔL/L ₀	Kgf	A ₀ / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	23.758	0.000	0.00
0.100	4.55	0.0001	0.9999	23.761	0.192	0.01
0.200	8.55	0.0002	0.9998	23.763	0.360	0.02
0.300	15.03	0.0003	0.9997	23.766	0.633	0.03
0.400	26.51	0.0004	0.9996	23.768	1.115	0.04
0.500	40.29	0.0005	0.9995	23.771	1.695	0.05
0.600	49.56	0.0006	0.9994	23.773	2.084	0.06
0.700	60.77	0.0007	0.9993	23.776	2.556	0.07
0.800	67.27	0.0008	0.9992	23.778	2.829	0.08
0.900	73.45	0.0009	0.9991	23.781	3.088	0.09
1.000	81.93	0.0011	0.9989	23.783	3.445	0.11
1.100	92.50	0.0012	0.9988	23.786	3.889	0.12
1.200	103.12	0.0013	0.9987	23.788	4.335	0.13
1.300	112.81	0.0014	0.9986	23.791	4.742	0.14
1.400	107.04	0.0015	0.9985	23.793	4.499	0.15
1.500	97.81	0.0016	0.9984	23.796	4.110	0.16
1.600	85.04	0.0017	0.9983	23.798	3.573	0.17

$$\sigma_{\max.} = 4.74 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 12 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

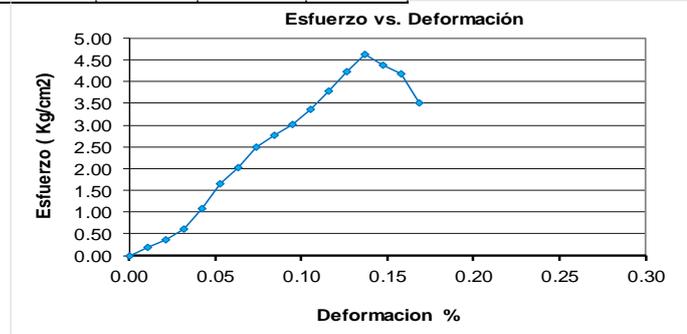
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.40 cm	9.49 cm	Remoldeada	204.40 g	0.941 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
22.90 cm ²	217.23 cm ³	10.29%	185.33 g	1.803 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.76	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	22.902	0.000	0.00
0.100	4.28	0.0001	0.9999	22.905	0.187	0.01
0.200	8.04	0.0002	0.9998	22.907	0.351	0.02
0.300	14.14	0.0003	0.9997	22.909	0.617	0.03
0.400	24.93	0.0004	0.9996	22.912	1.088	0.04
0.500	37.90	0.0005	0.9995	22.914	1.654	0.05
0.600	46.61	0.0006	0.9994	22.917	2.034	0.06
0.700	57.16	0.0007	0.9993	22.919	2.494	0.07
0.800	63.27	0.0008	0.9992	22.922	2.760	0.08
0.900	69.08	0.0009	0.9991	22.924	3.014	0.09
1.000	77.06	0.0011	0.9989	22.926	3.361	0.11
1.100	87.00	0.0012	0.9988	22.929	3.795	0.12
1.200	96.99	0.0013	0.9987	22.931	4.230	0.13
1.300	106.10	0.0014	0.9986	22.934	4.627	0.14
1.400	100.68	0.0015	0.9985	22.936	4.389	0.15
1.500	96.10	0.0016	0.9984	22.938	4.190	0.16
1.600	80.68	0.0017	0.9983	22.941	3.517	0.17

$$\sigma_{max.} = 4.63 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
Proyecto / Obra : ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
Ubicación : Sector "Los Macalopú", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
Fecha de ensayo : 12 de Febrero del 2022.

Código	Norma
NTP 339.167:2002 (revisada el 2015)	SUELOS. Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión no confinada del suelo cohesivo

Identificación de la Muestra

Calicata	Estrato	Profundidad	Adición
			7.5%

Datos de la Muestra

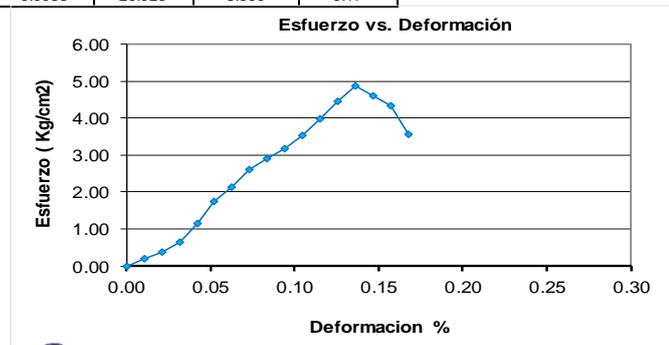
Diámetro inicial (D _o)	Altura inicial (L _o)	Estado	Masa Humedad	Densidad Húmeda
5.85 cm	9.53 cm	Remoldeada	205.20 g	0.801 g/cm ³
Área inicial (A _o)	Volumen inicial	Humedad	Masa Seca	Densidad Seca
26.88 cm ²	256.15 cm ³	10.29%	186.05 g	1.803 g/cm ³

Datos de Ensayo

Relación L _o /D _o	Deformación unitaria ε	Carga	Área corregida	Esfuerzo σ
1.63	ΔL/L _o	Kgf	A _o / 1-Def. Unit.	Carga / área corregida

Dial Deforma. mm	Carga (kgf)	Deformación unitaria ε	1-ε	Área corregida	σ (Kg/cm ²)	ε (%)
0.000	0.00	0.0000	1.0000	26.878	0.000	0.00
0.100	5.28	0.0001	0.9999	26.881	0.196	0.01
0.200	9.91	0.0002	0.9998	26.884	0.369	0.02
0.300	17.43	0.0003	0.9997	26.887	0.648	0.03
0.400	30.73	0.0004	0.9996	26.890	1.143	0.04
0.500	46.72	0.0005	0.9995	26.892	1.737	0.05
0.600	57.46	0.0006	0.9994	26.895	2.136	0.06
0.700	70.46	0.0007	0.9993	26.898	2.620	0.07
0.800	77.99	0.0008	0.9992	26.901	2.899	0.08
0.900	85.16	0.0009	0.9991	26.904	3.165	0.09
1.000	94.99	0.0010	0.9990	26.907	3.530	0.10
1.100	107.25	0.0012	0.9988	26.909	3.985	0.12
1.200	119.56	0.0013	0.9987	26.912	4.443	0.13
1.300	130.79	0.0014	0.9986	26.915	4.859	0.14
1.400	124.10	0.0015	0.9985	26.918	4.610	0.15
1.500	116.79	0.0016	0.9984	26.921	4.338	0.16
1.600	96.10	0.0017	0.9983	26.923	3.569	0.17

$$\sigma_{max.} = 4.86 \text{ Kg/cm}^2$$


OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 09 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

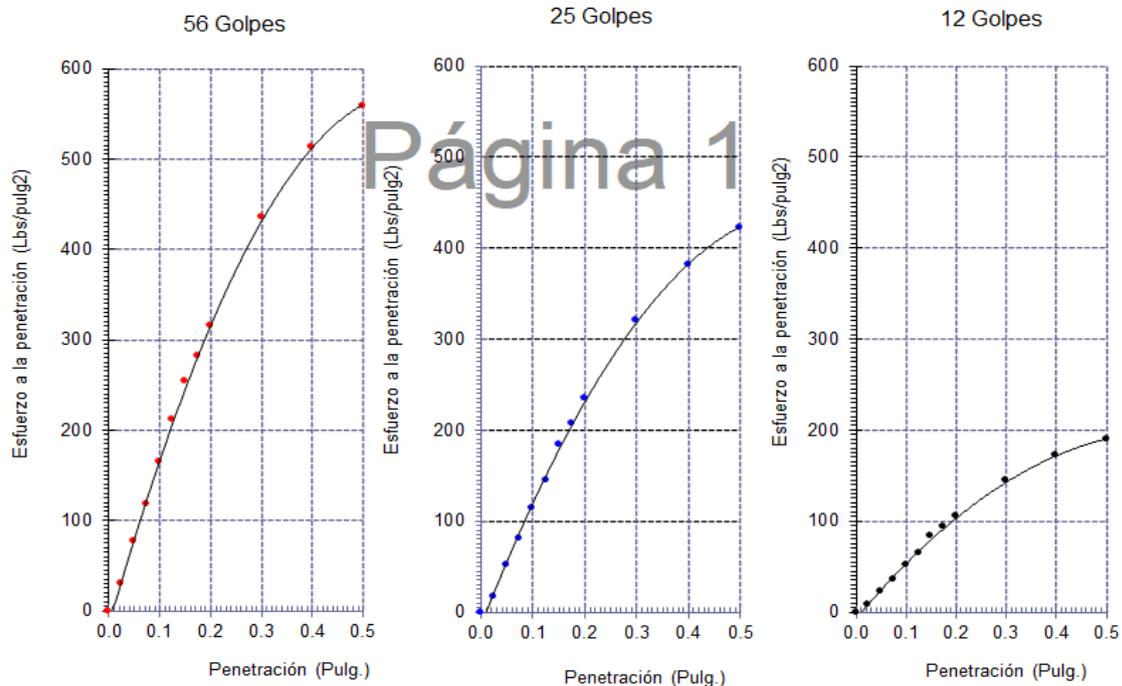
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

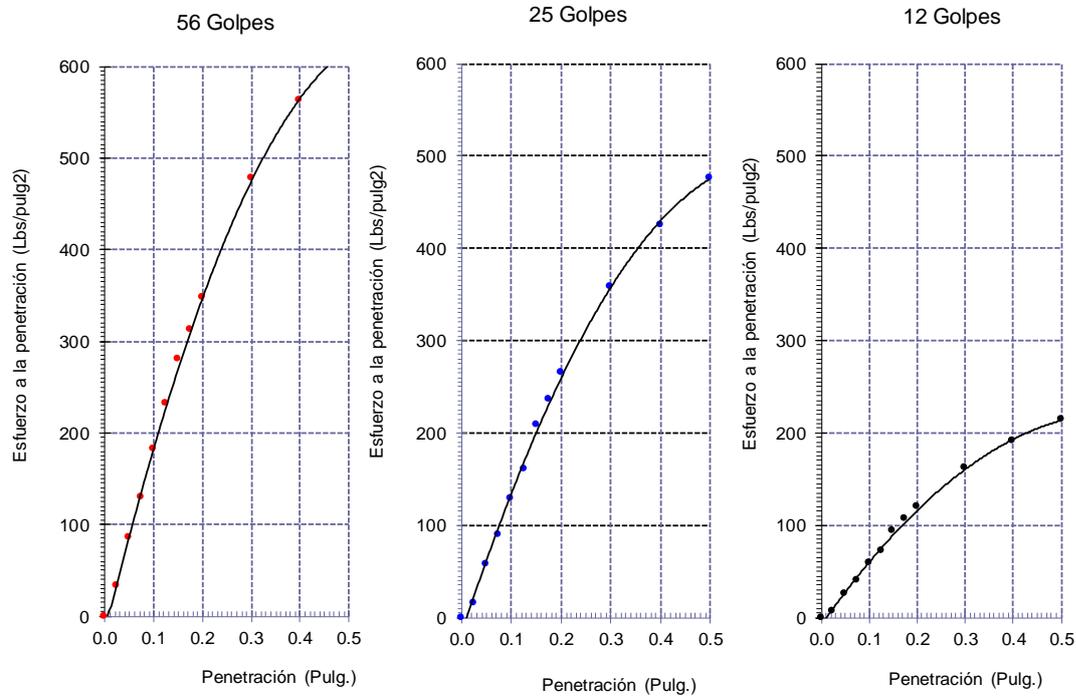
Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 21 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2 Muestra: M-1 + 2.5% CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 21 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

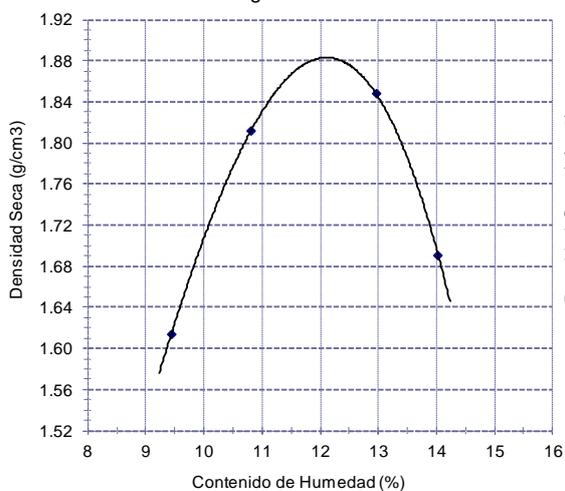
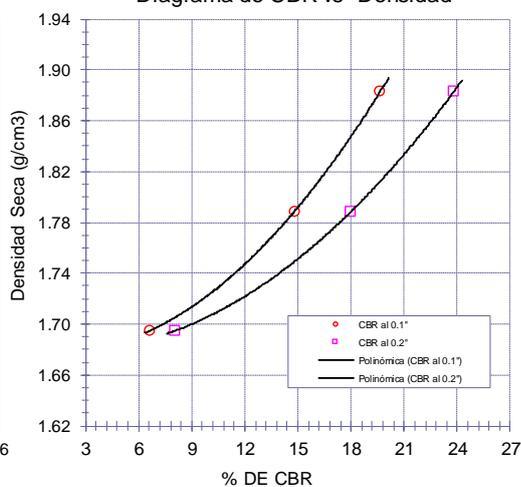
Muestra: M-1 + 2.5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

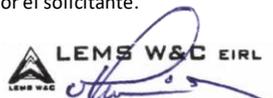
LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.883 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.14 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.6	0.043	1.883	0.1"	100	19.7
02	25	14.8	0.050	1.789	0.1"	95	14.8
03	12	6.7	0.055	1.695	0.2"	100	23.8
					0.2"	95	18.0

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 21 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

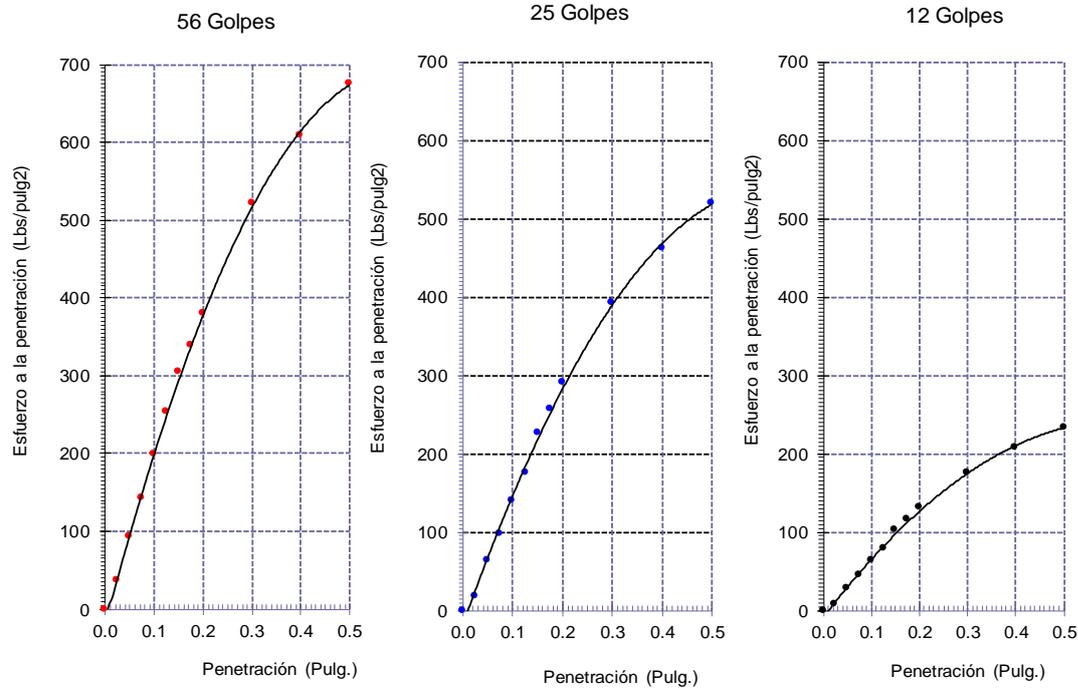
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1 + 5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 21 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

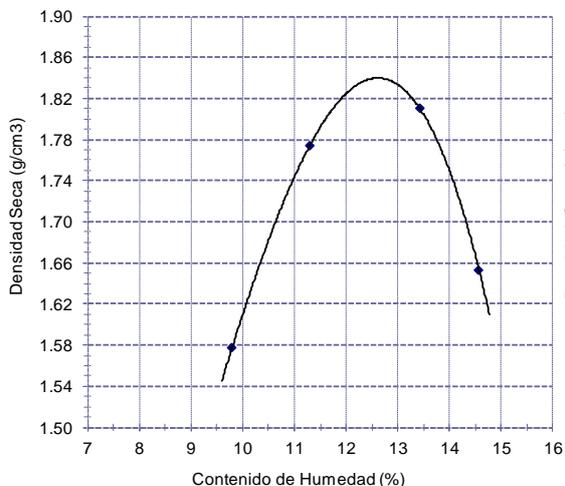
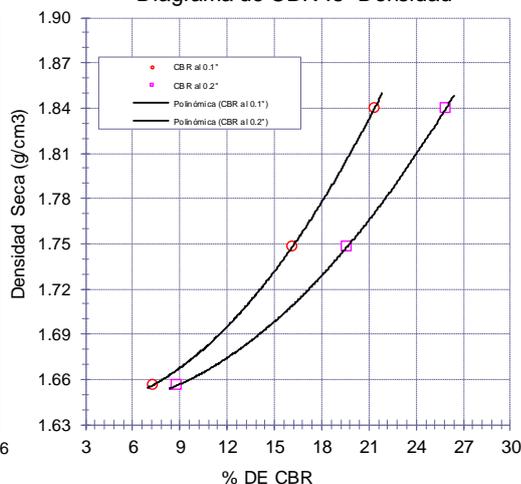
Muestra: M-1 + 5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.840 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.62 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.3	0.031	1.840	0.1"	100	21.4
02	25	16.1	0.040	1.748	0.1"	95	16.1
03	12	7.3	0.046	1.656	0.2"	100	25.9
					0.2"	95	19.6

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 12 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1

Muestra: M-1 + 7.5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.804 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.05 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	23.0	0.043	1.804	0.1"	100	23.1
02	25	17.2	0.051	1.715	0.1"	95	17.1
03	12	7.7	0.057	1.625	0.2"	100	27.7
					0.2"	95	20.6

Diagrama de Proctor

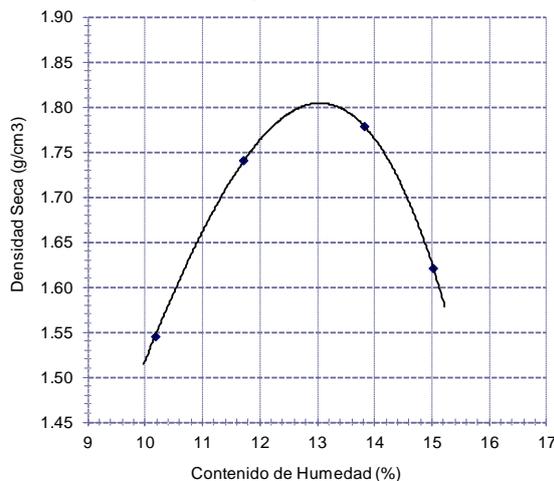
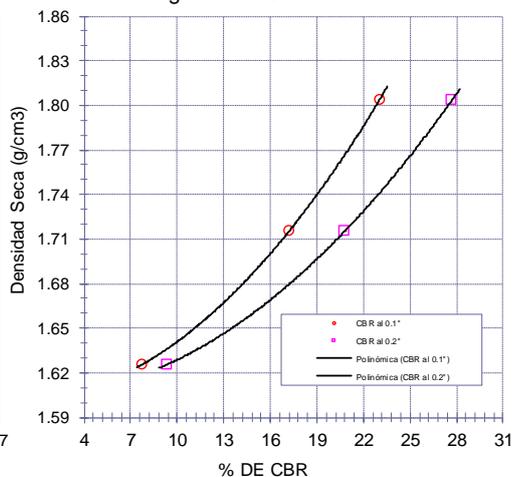


Diagrama de CBR vs Densidad


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 24 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

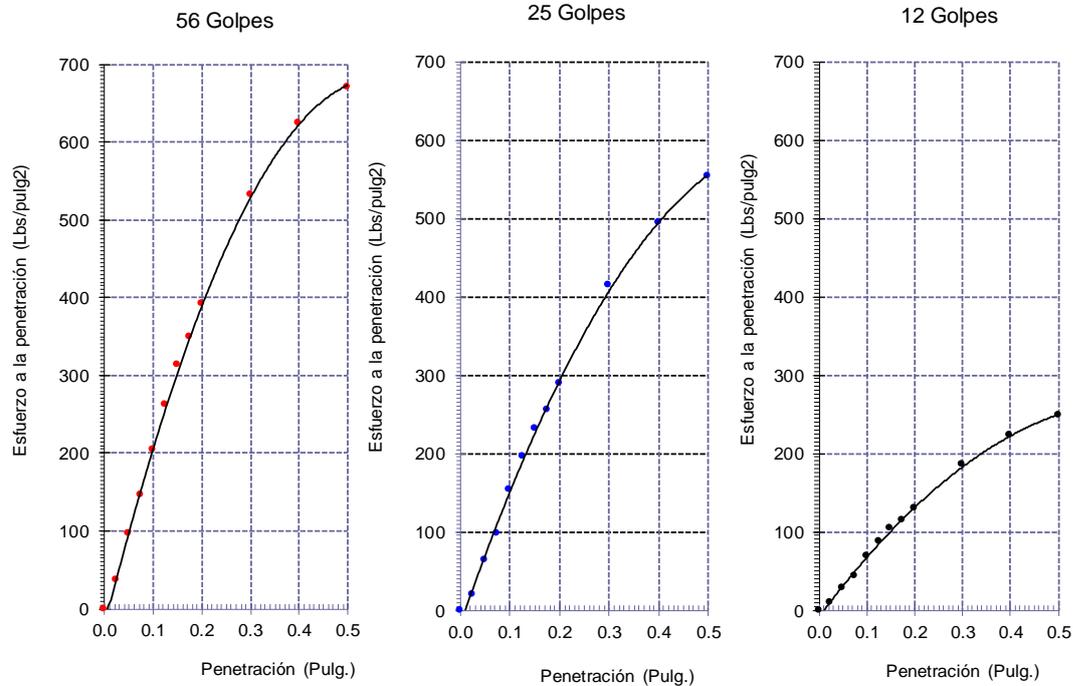
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1

Muestra: M-1 + 10% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 24 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1 Muestra: M-1 + 10% CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.770 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.82 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.2	0.039	1.770	0.1"	100	22.2
02	25	16.5	0.045	1.681	0.1"	95	16.6
03	12	7.4	0.050	1.593	0.2"	100	26.8
					0.2"	95	20.3

Diagrama de Proctor

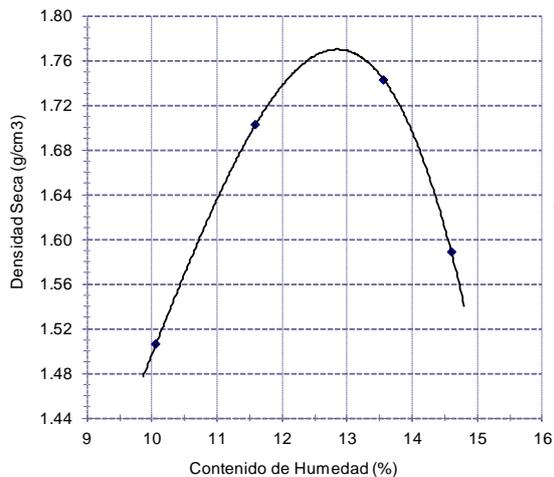
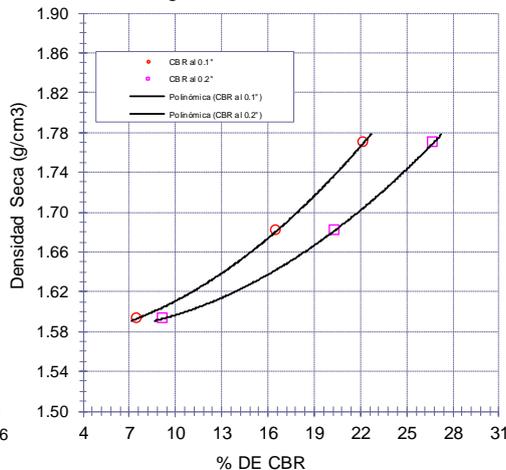
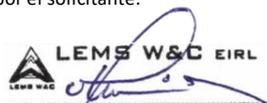


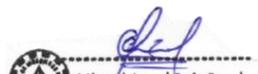
Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 17 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

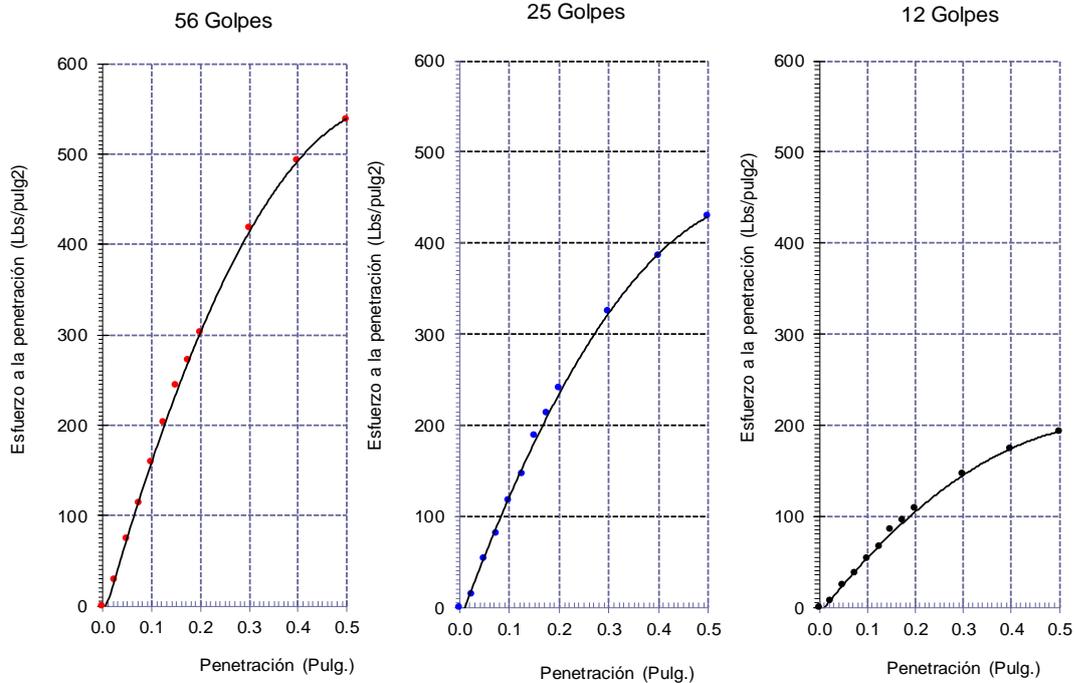
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 17 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2 Muestra: M-1 Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.919 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.54 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	17.2	0.039	1.919	0.1"	100	17.2
02	25	13.4	0.045	1.824	0.1"	95	13.3
03	12	6.0	0.049	1.728	0.2"	100	20.8
					0.2"	95	16.2

Diagrama de Proctor

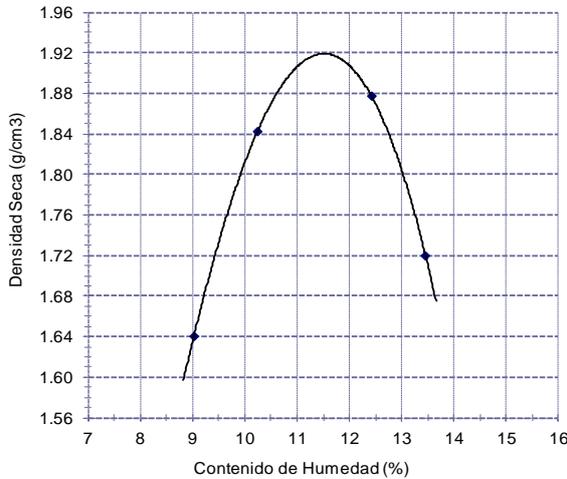
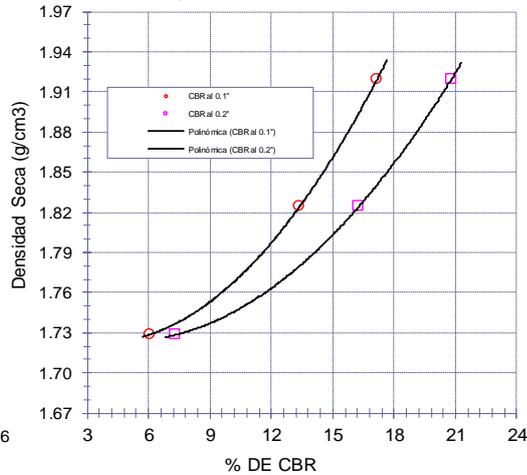


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 10 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

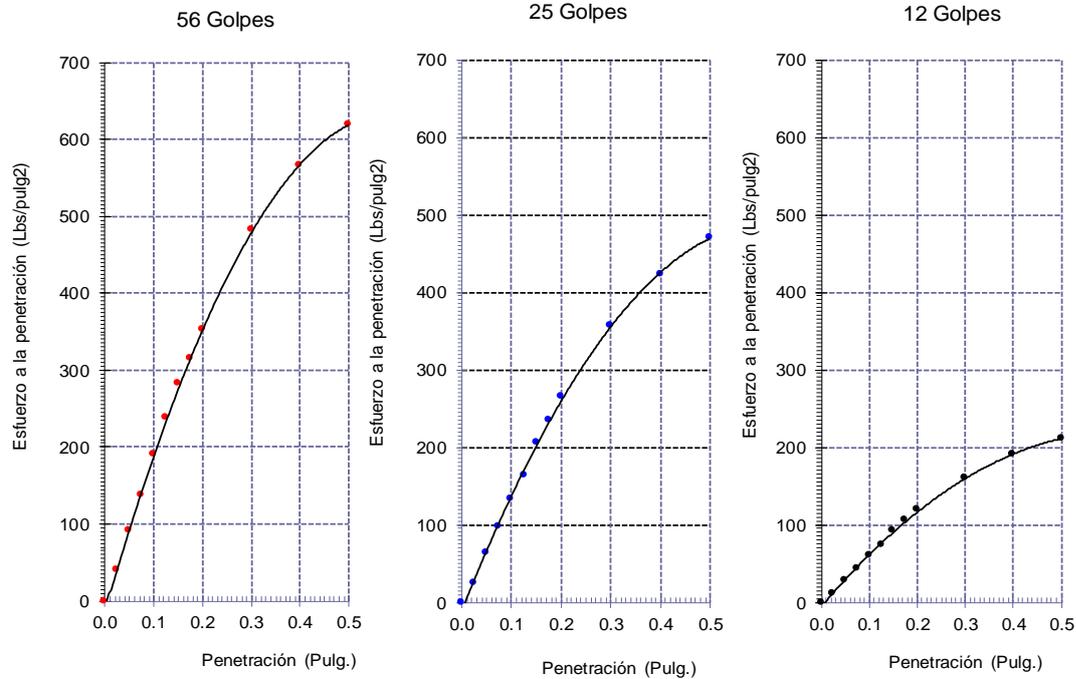
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1 + 2.5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 10 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

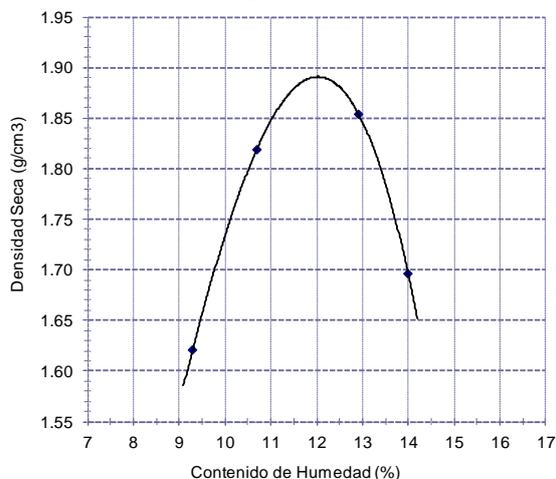
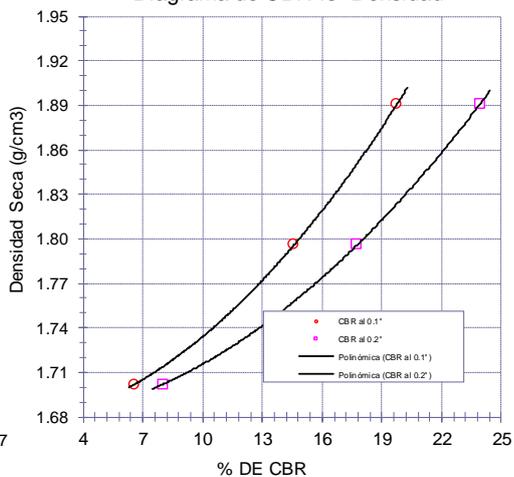
Muestra: M-1 + 2.5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.891 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.05 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.8	0.045	1.891	0.1"	100	19.8
02	25	14.6	0.051	1.796	0.1"	95	14.6
03	12	6.6	0.055	1.702	0.2"	100	23.9
					0.2"	95	17.8

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 12 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

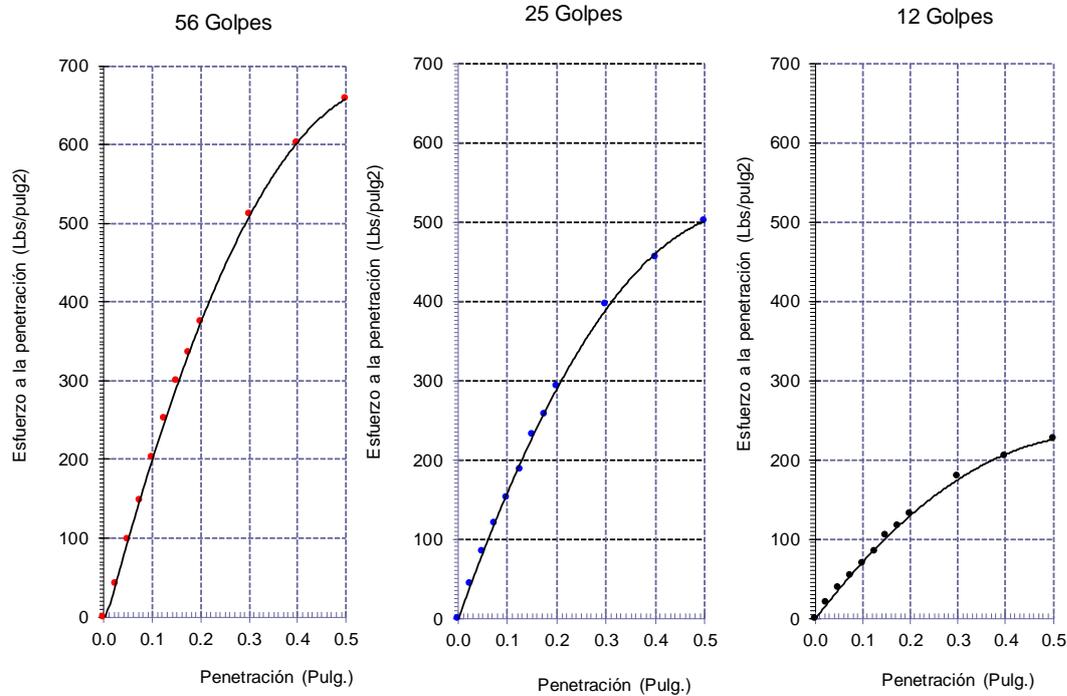
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1 + 5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 12 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1 + 5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.846 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.56 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.0	0.040	1.846	0.1"	100	21.0
02	25	15.9	0.048	1.755	0.1"	95	15.9
03	12	7.2	0.054	1.662	0.2"	100	25.4
					0.2"	95	19.2

Diagrama de Proctor

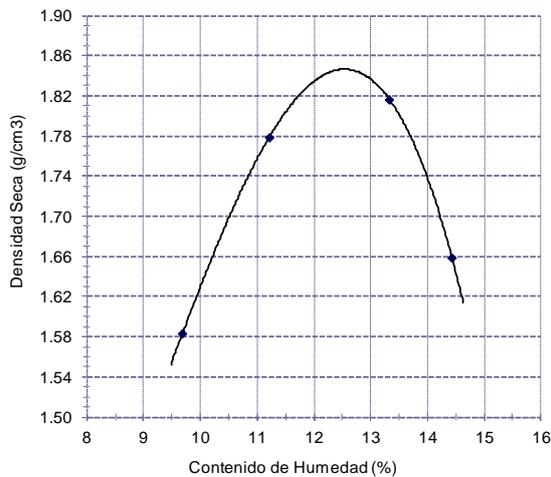
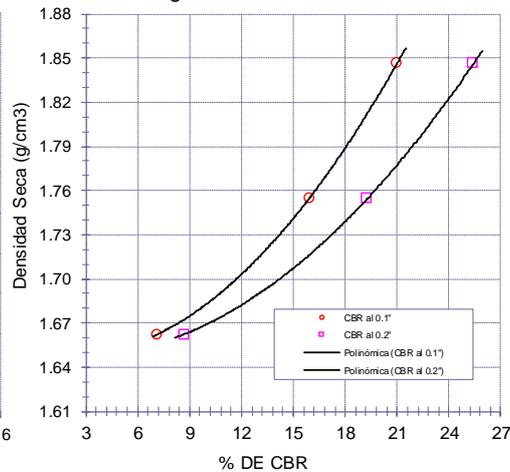


Diagrama de CBR vs Densidad


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

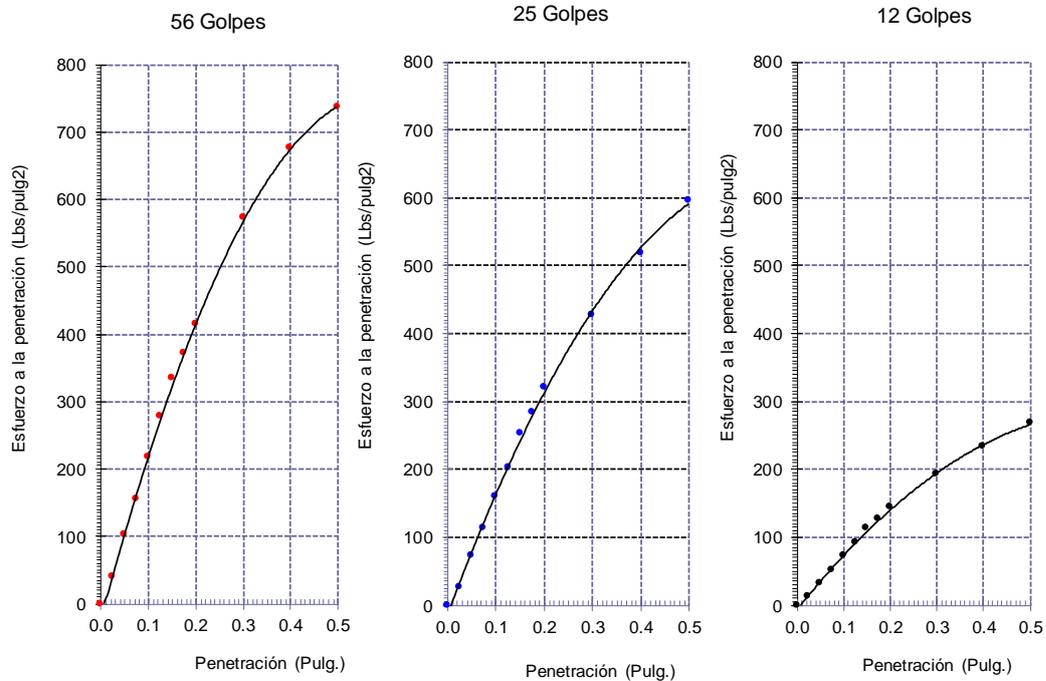
Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 15 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

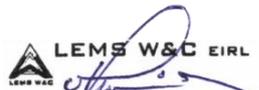
Calicata: C - 2 Muestra: M-1 + 7.5% CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 15 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1 + 7.5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.862 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.99 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	23.5	0.031	1.862	0.1"	100	23.6
02	25	17.4	0.039	1.769	0.1"	95	17.5
03	12	7.8	0.045	1.676	0.2"	100	28.6
					0.2"	95	21.5

Diagrama de Proctor

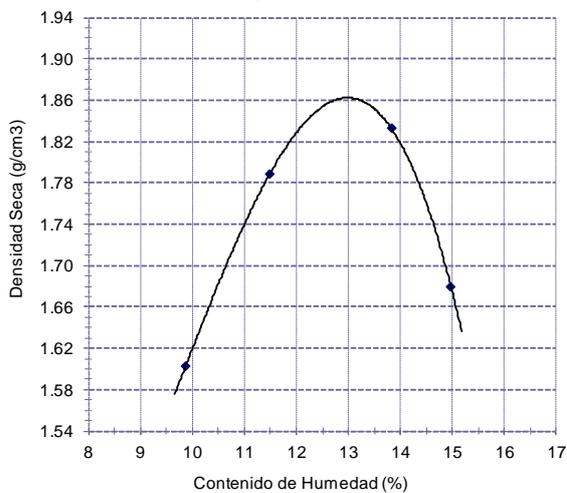
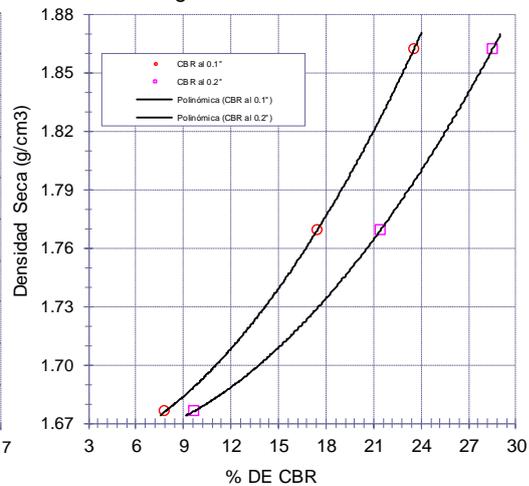


Diagrama de CBR vs Densidad


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 14 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

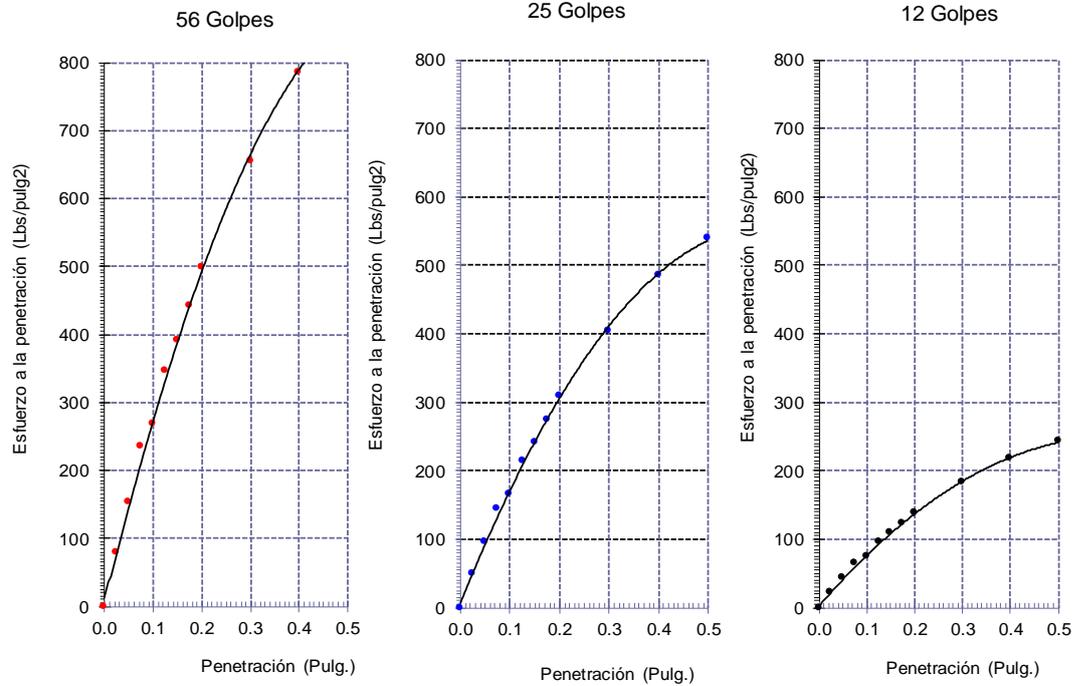
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2

Muestra: M-1 + 10% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 14 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 2 Muestra: M-1 + 10% CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.776 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.71 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la enetració (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.5	0.041	1.776	0.1"	100	26.6
02	25	16.4	0.051	1.687	0.1"	95	16.4
03	12	7.4	0.057	1.599	0.2"	100	32.4
					0.2"	95	20.1

Diagrama de Proctor

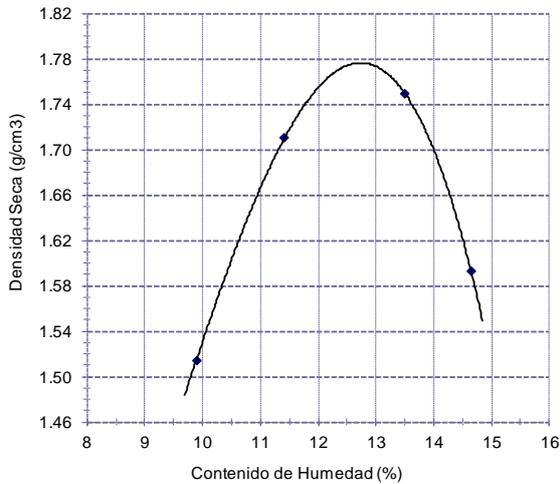
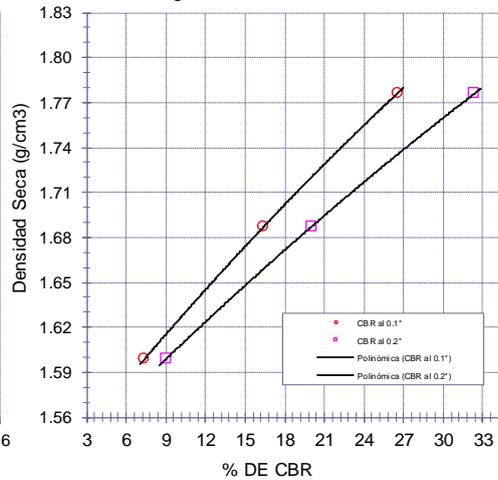


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
Wilson Olaya Aguilar
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 29 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

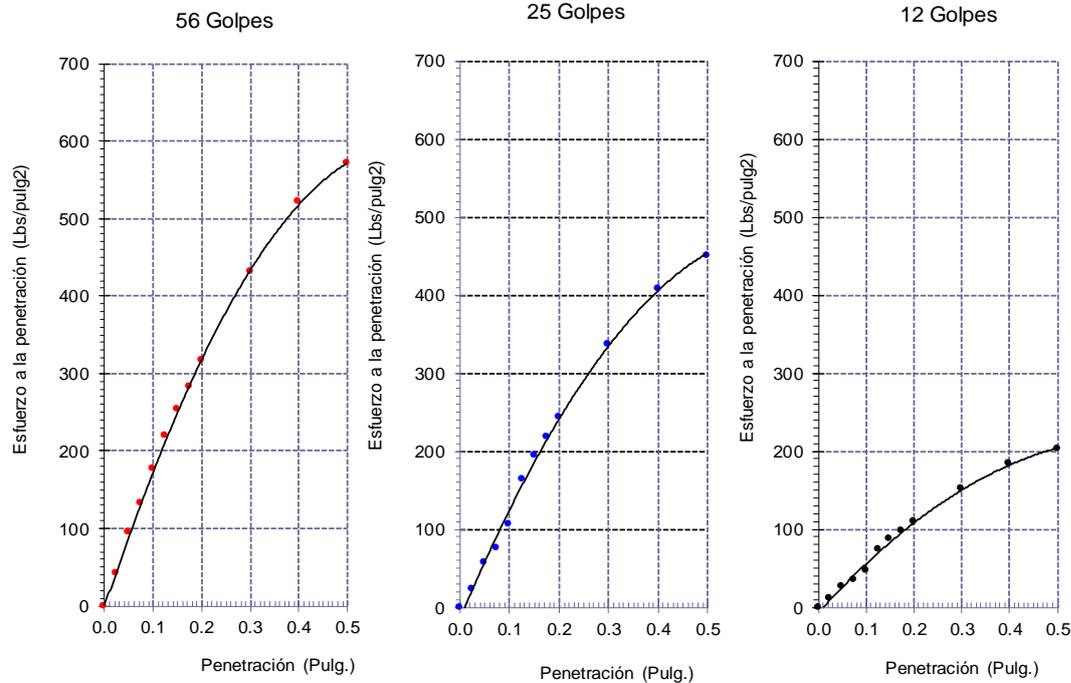
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 29 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1 Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.939 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.60 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	17.4	0.035	1.939	0.1"	100	17.4
02	25	13.7	0.047	1.841	0.1"	95	13.8
03	12	6.1	0.050	1.744	0.2"	100	21.3
					0.2"	95	16.9

Diagrama de Proctor

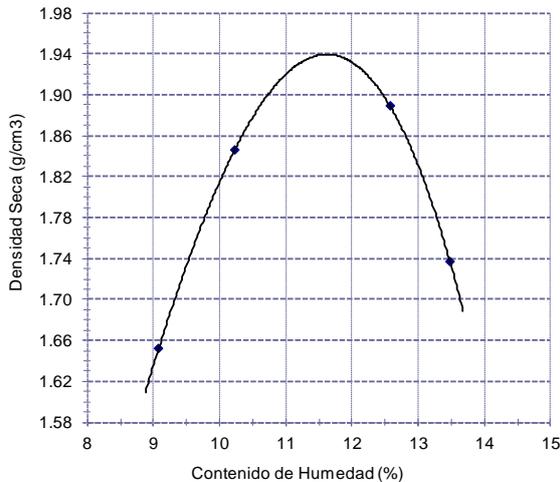
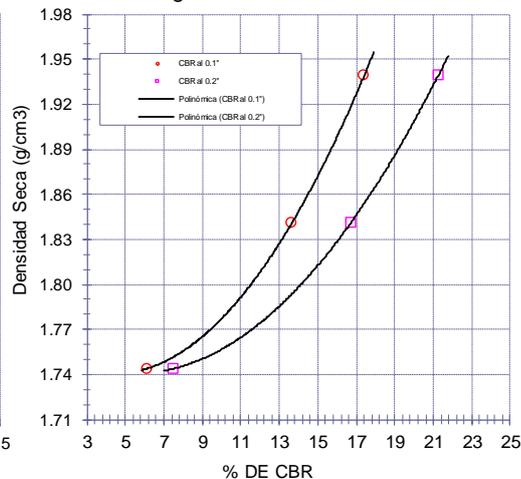


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 01 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

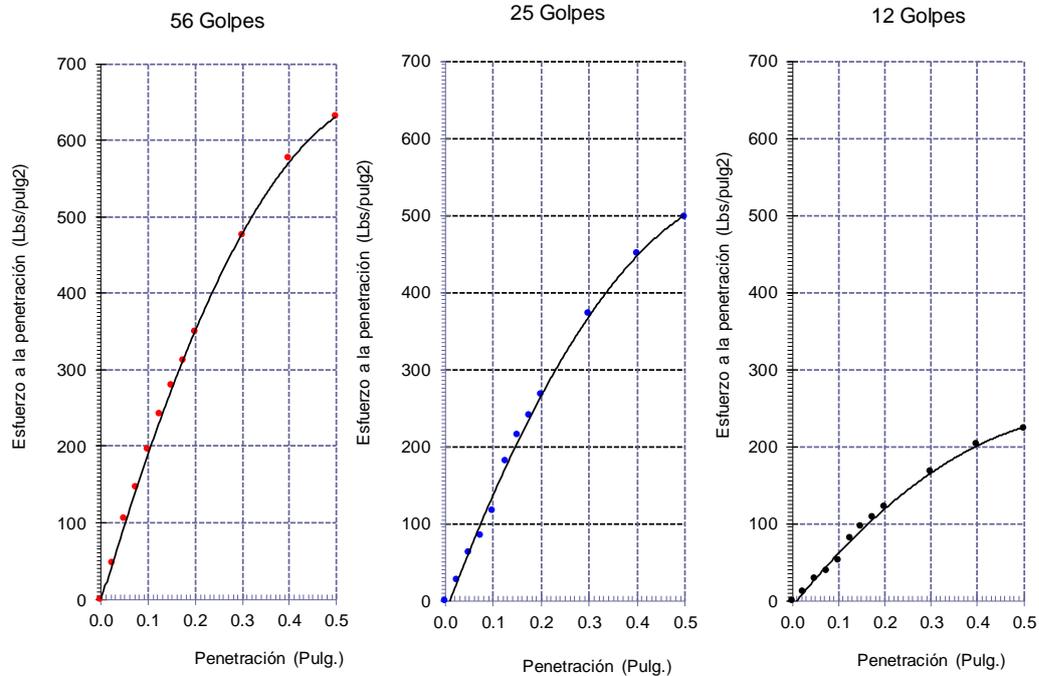
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 2,5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 01 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

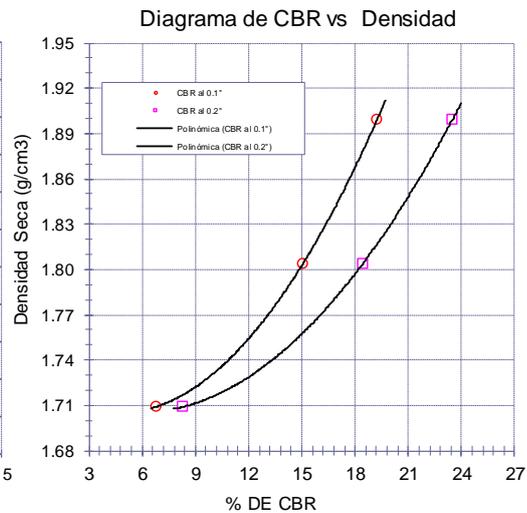
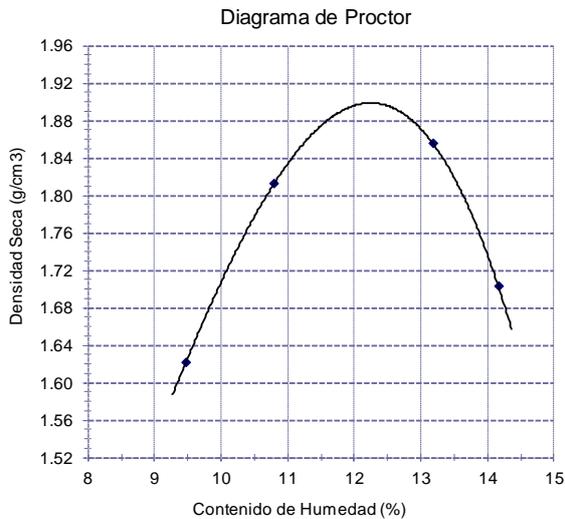
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1 + 2,5% CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

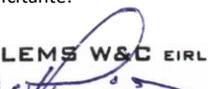
Máxima densidad seca	1.899 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.23 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.2	0.042	1.899	0.1"	100	19.2
02	25	15.1	0.046	1.804	0.1"	95	15.1
03	12	6.8	0.057	1.709	0.2"	100	23.5
					0.2"	95	18.4



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

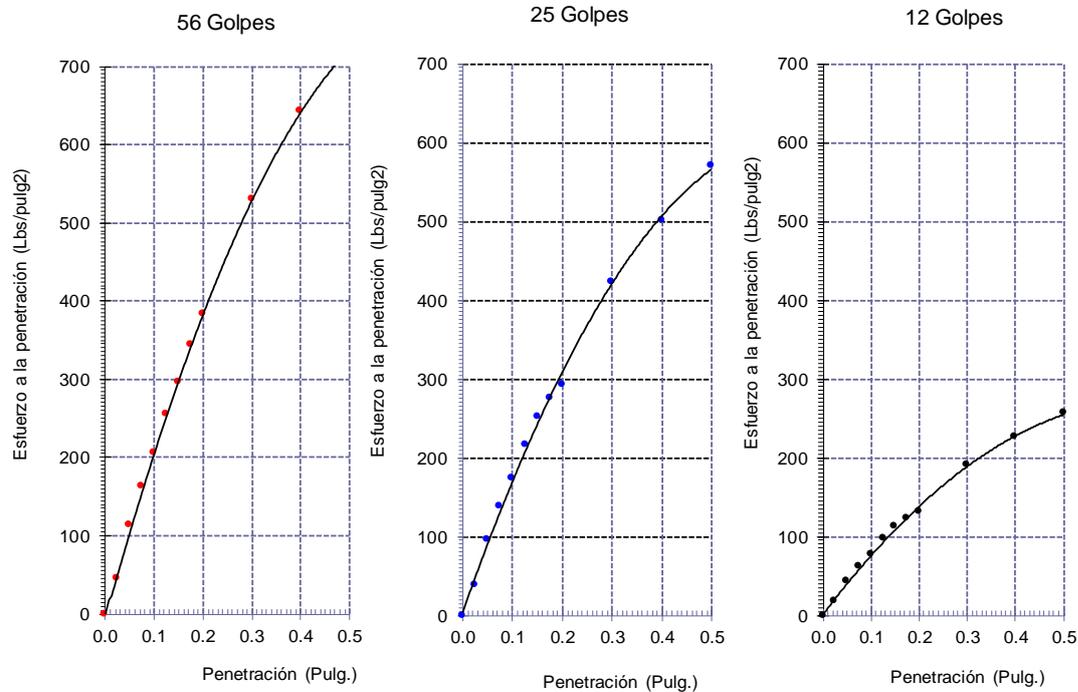
Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 01 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1 + 5% CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 01 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3 Muestra: M-1 + 5% CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.866 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.79 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	20.8	0.036	1.866	0.1"	100	20.8
02	25	16.5	0.040	1.773	0.1"	95	16.5
03	12	7.4	0.048	1.679	0.2"	100	25.7
					0.2"	95	20.3

Diagrama de Proctor

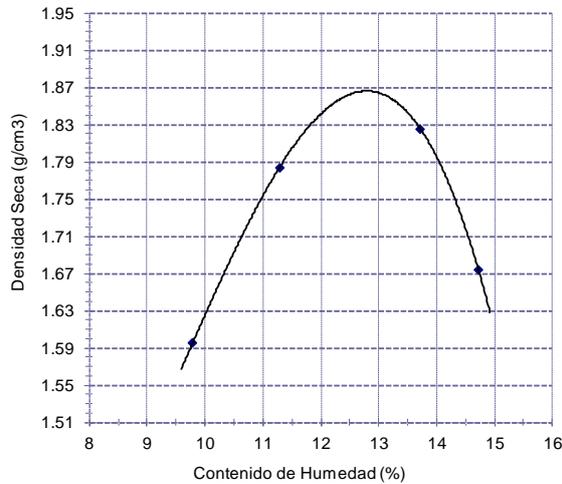
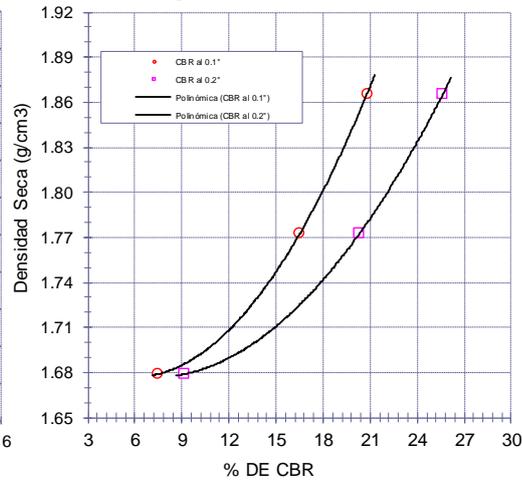
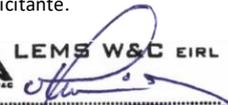


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 05 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

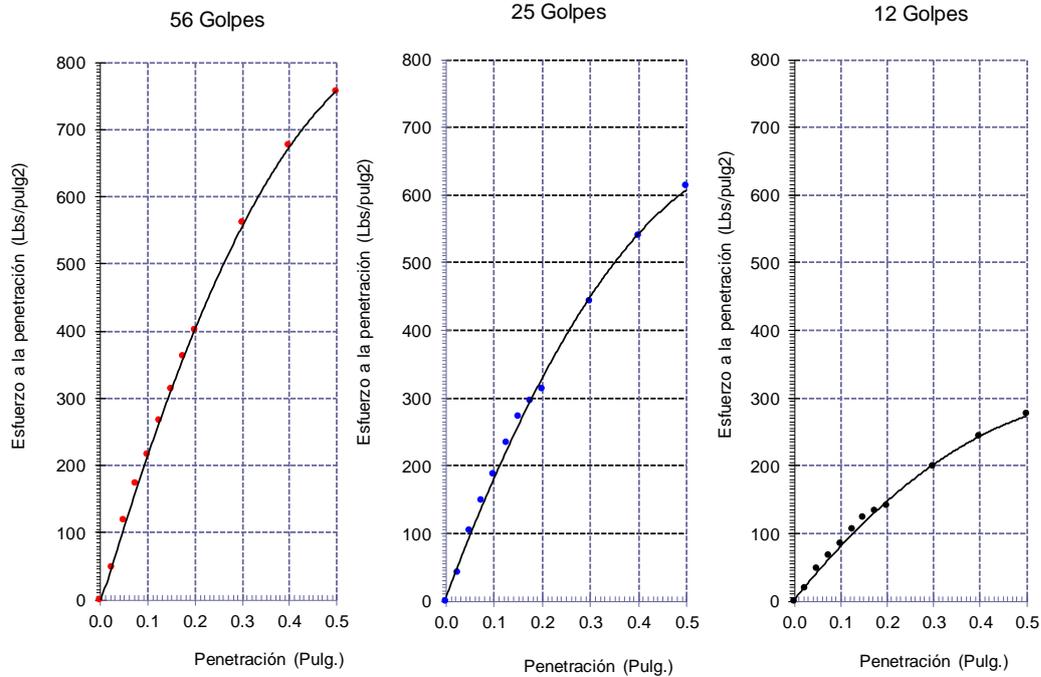
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 7.5% CBCA

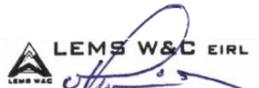
Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 05 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

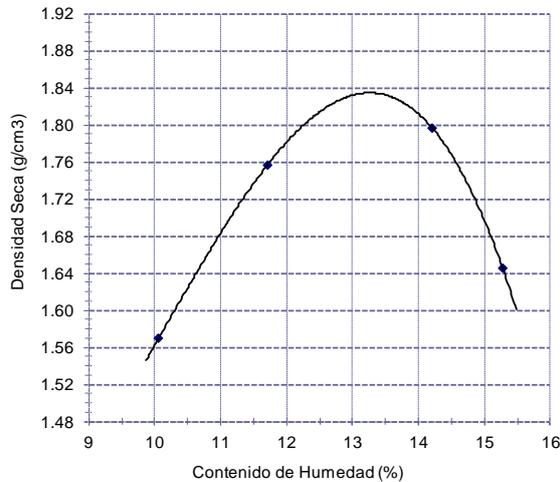
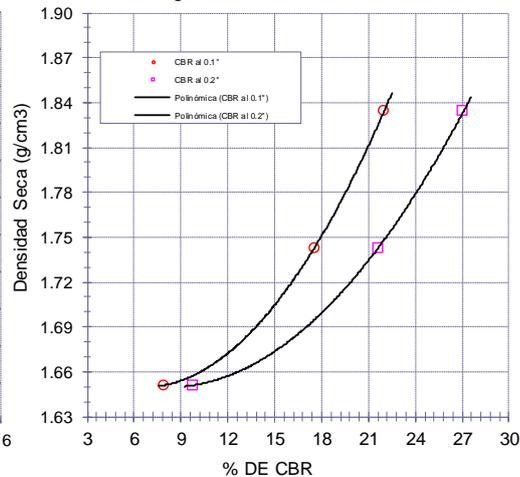
Muestra: M-1 + 7.5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.834 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.29 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.0	0.027	1.834	0.1"	100	22.0
02	25	17.5	0.034	1.743	0.1"	95	17.5
03	12	7.9	0.045	1.651	0.2"	100	27.1
					0.2"	95	21.6

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 15 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

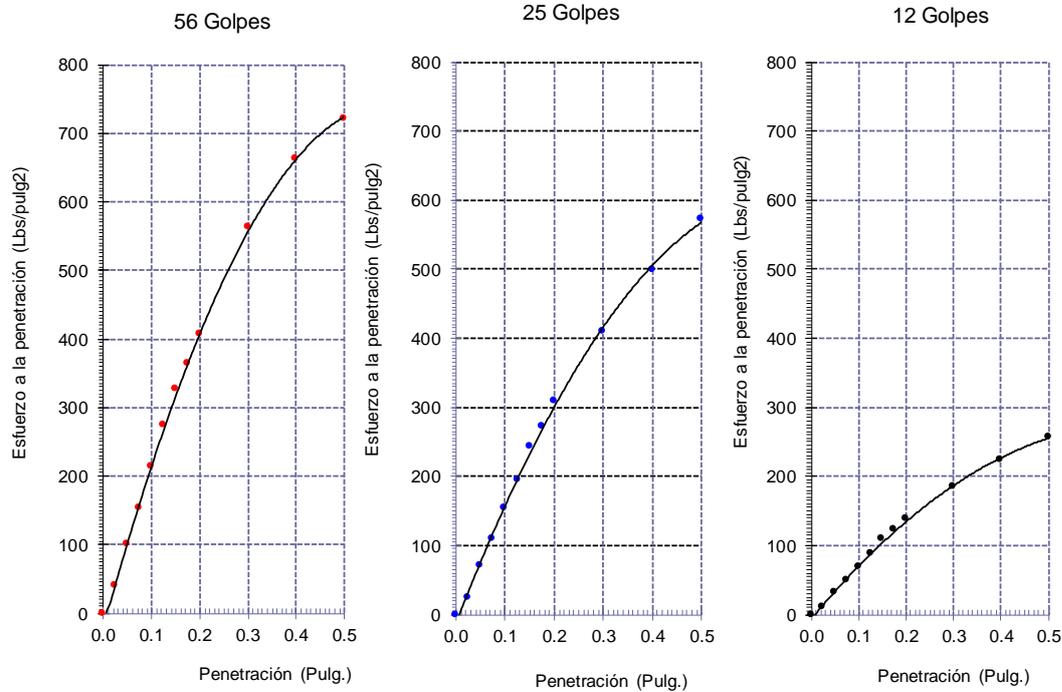
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

Muestra: M-1 + 10% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 15 de Abril del 2022
 Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 3

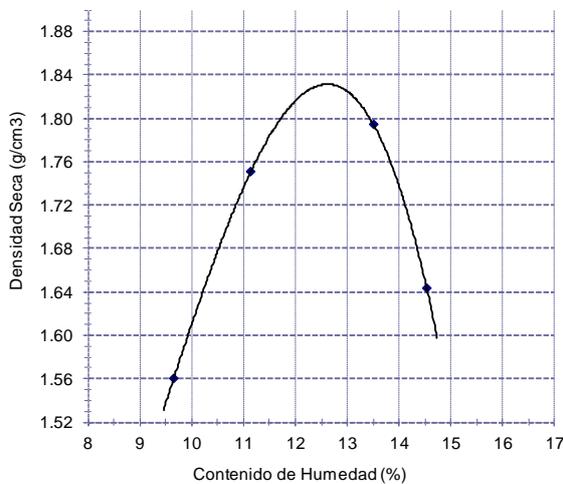
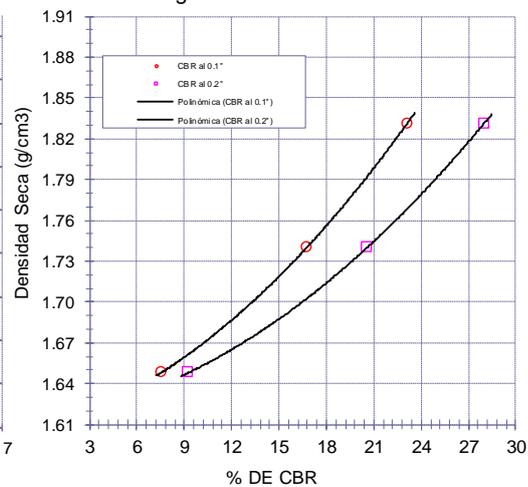
Muestra: M-1 + 10% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.831 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.60 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	23.1	0.034	1.831	0.1"	100	23.1
02	25	16.7	0.040	1.740	0.1"	95	16.8
03	12	7.5	0.045	1.648	0.2"	100	28.0
					0.2"	95	20.6

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 08 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

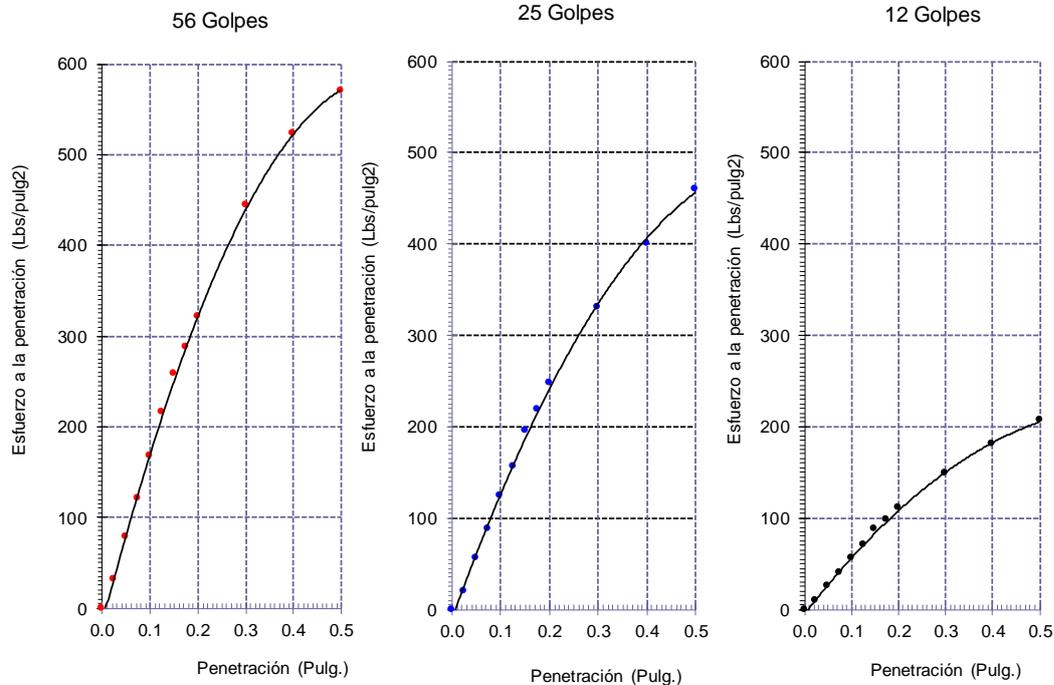
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 08 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.957 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.21 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	18.2	0.031	1.957	0.1"	100	18.2
02	25	13.5	0.037	1.859	0.1"	95	13.5
03	12	6.1	0.049	1.761	0.2"	100	22.1
					0.2"	95	16.6

Diagrama de Proctor

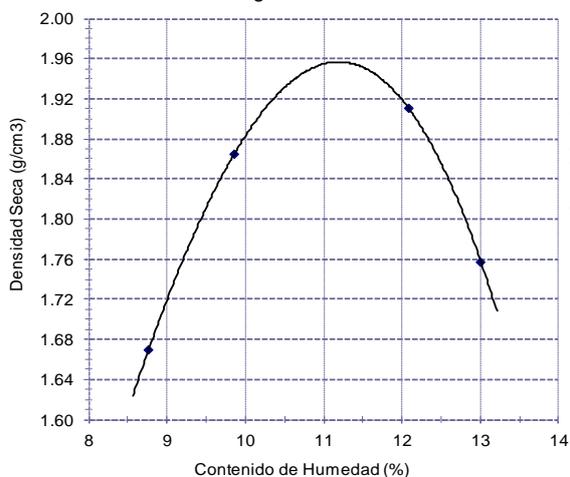
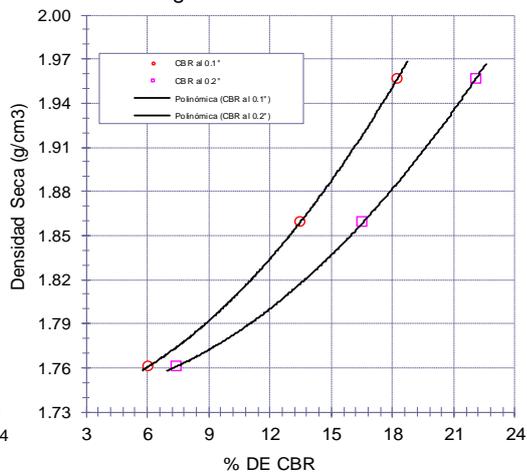


Diagrama de CBR vs Densidad


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 27 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

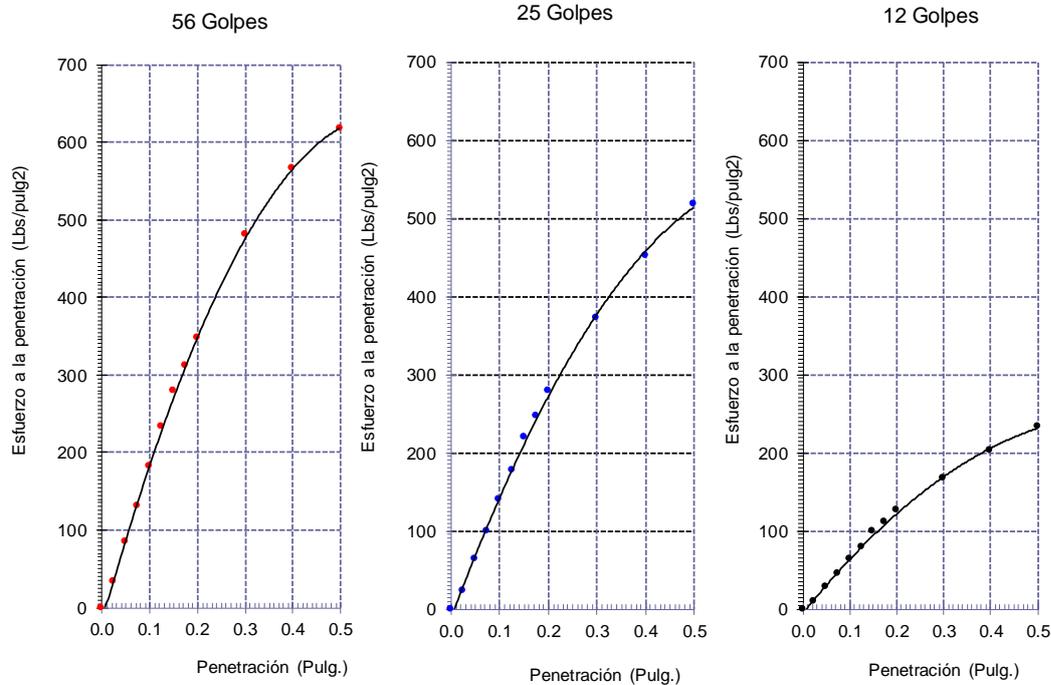
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 2,5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 27 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

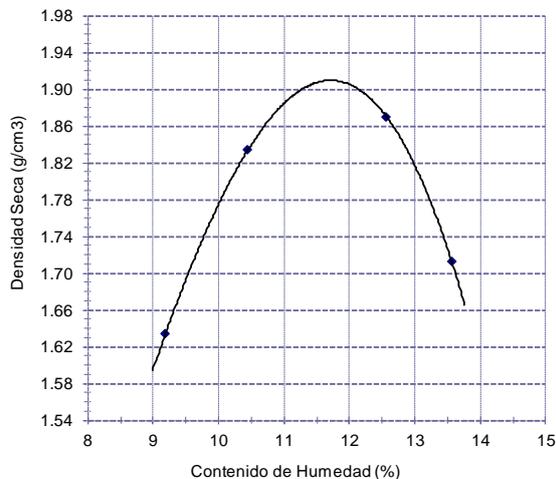
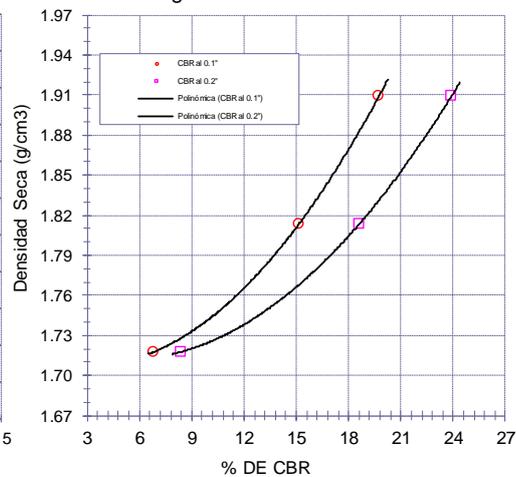
Muestra: M-1 + 2,5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.909 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.74 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.7	0.020	1.909	0.1"	100	19.8
02	25	15.2	0.027	1.814	0.1"	95	15.2
03	12	6.8	0.038	1.718	0.2"	100	23.9
					0.2"	95	18.7

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 12 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

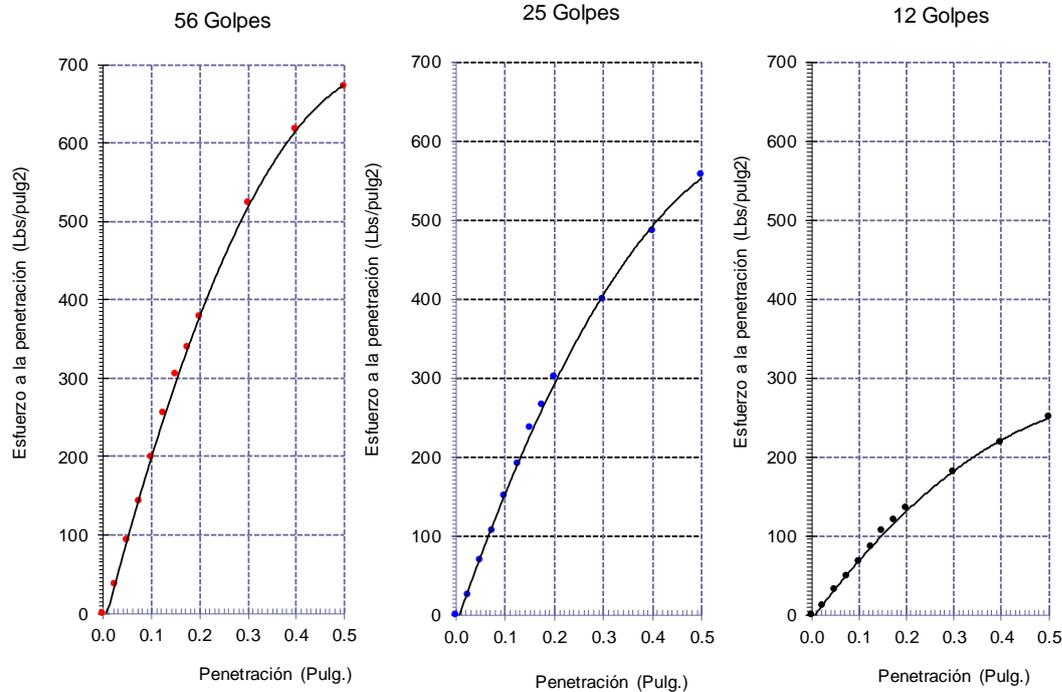
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 12 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.885 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.38 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.5	0.031	1.885	0.1"	100	21.5
02	25	16.3	0.039	1.791	0.1"	95	16.3
03	12	7.3	0.045	1.697	0.2"	100	26.1
					0.2"	95	20.1

Diagrama de Proctor

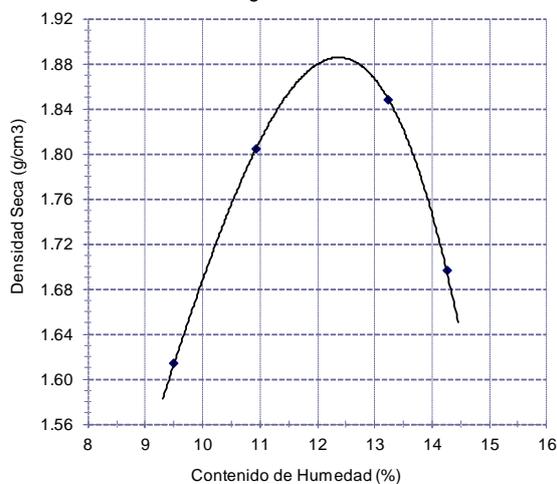
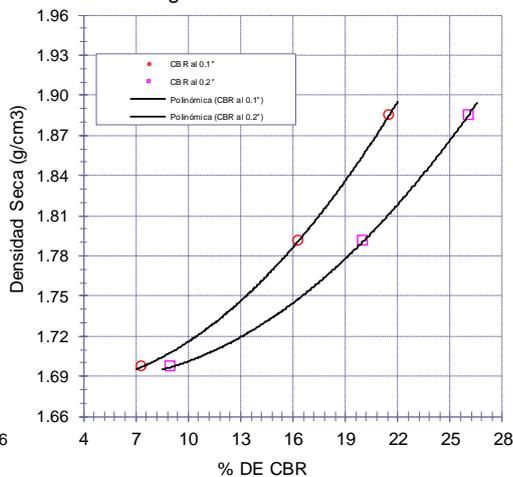


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

 **LEMS W&C EIRL**

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

 
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 24 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 7.5% CBCA

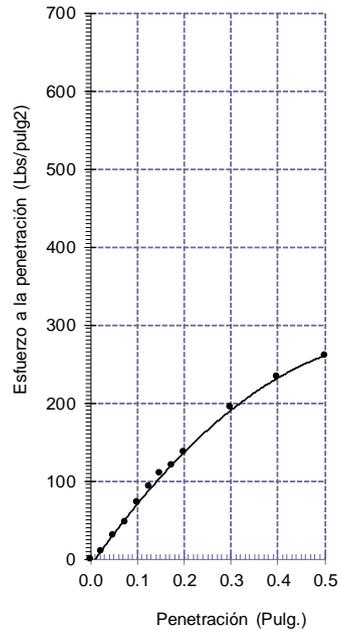
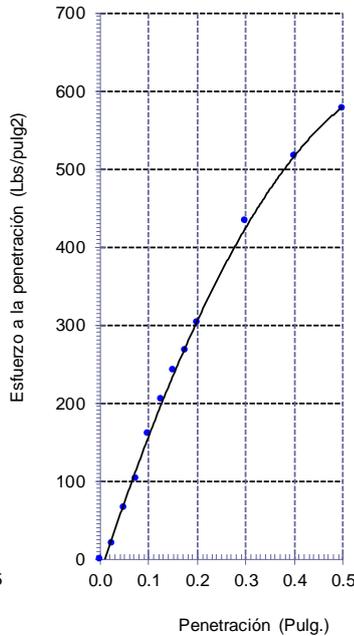
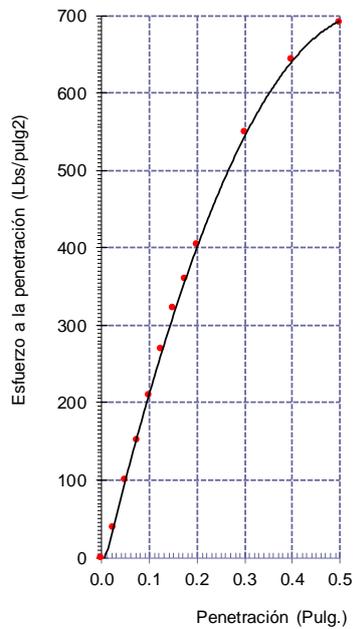
Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.

56 Golpes

25 Golpes

12 Golpes



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 24 de Marzo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 7.5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.868 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.24 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.9	0.041	1.868	0.1"	100	22.9
02	25	17.3	0.045	1.774	0.1"	95	17.3
03	12	7.8	0.050	1.681	0.2"	100	27.5
					0.2"	95	21.2

Diagrama de Proctor

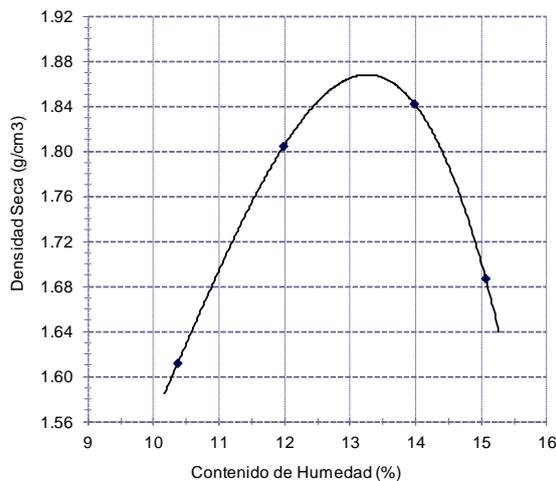
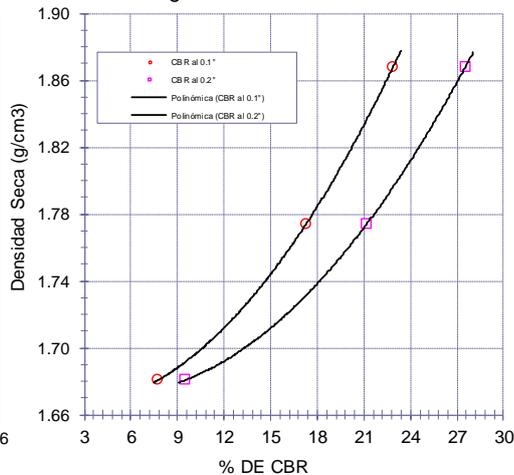


Diagrama de CBR vs Densidad


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 05 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

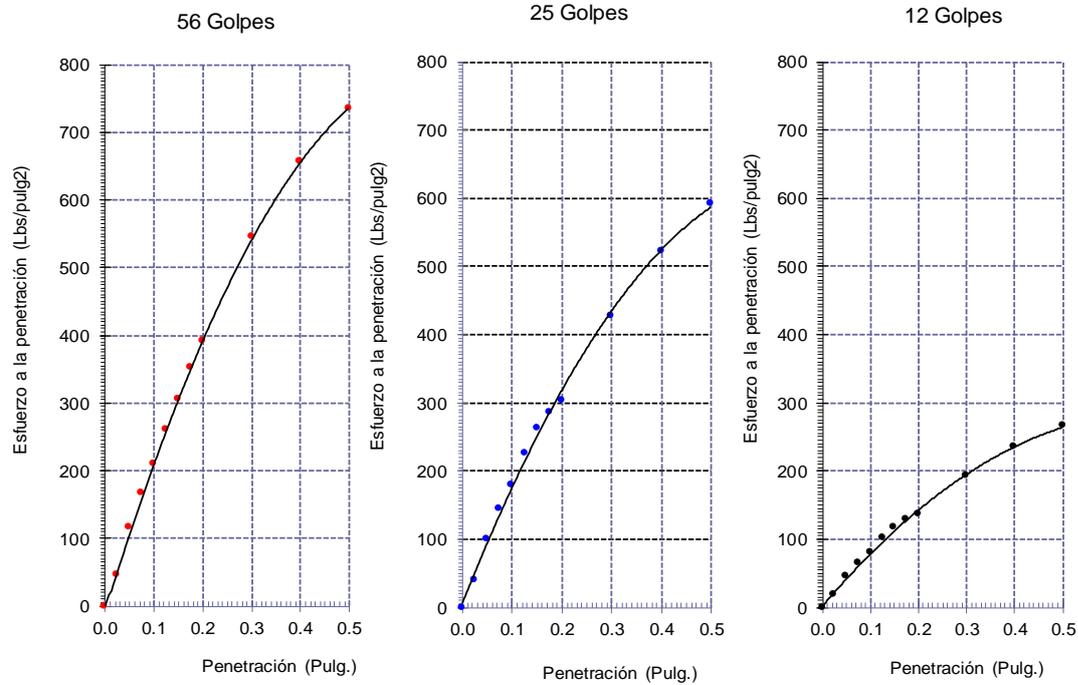
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

Muestra: M-1 + 10% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 05 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 4

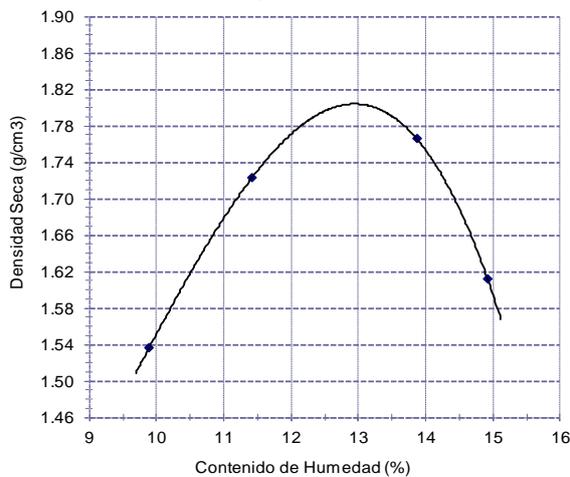
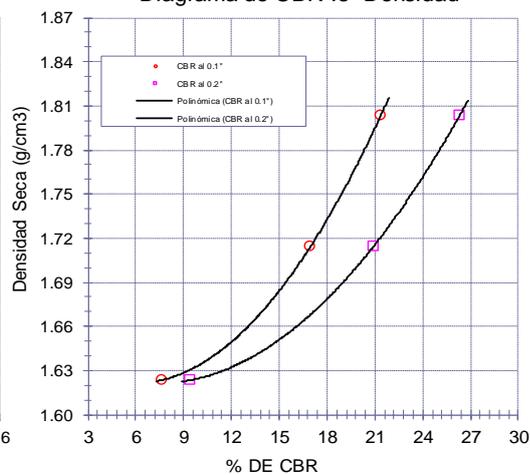
Muestra: M-1 + 10% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

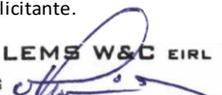
LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.804 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.95 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la enetració (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.4	0.027	1.804	0.1"	100	21.4
02	25	16.9	0.034	1.714	0.1"	95	16.9
03	12	7.6	0.045	1.623	0.2"	100	26.3
					0.2"	95	20.9

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAJO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 07 de Mayo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

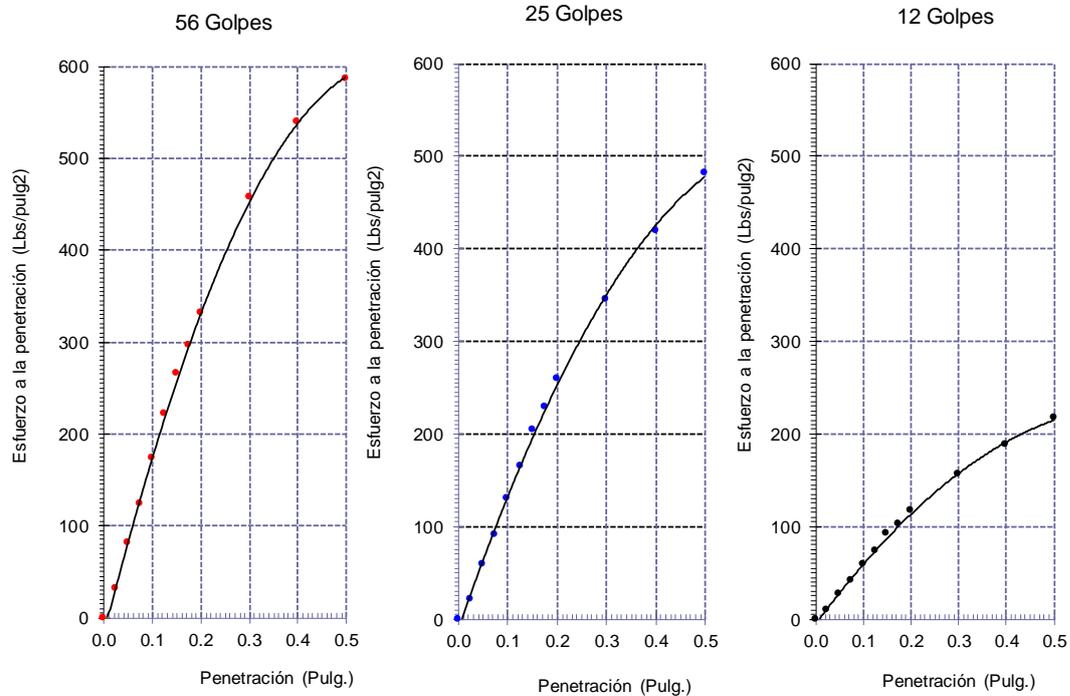
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 07 de Mayo del 2022

 Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.910 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.75 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	18.8	0.029	1.910	0.1"	100	18.8
02	25	14.1	0.036	1.814	0.1"	95	14.2
03	12	6.3	0.046	1.719	0.2"	100	22.8
					0.2"	95	17.4

Diagrama de Proctor

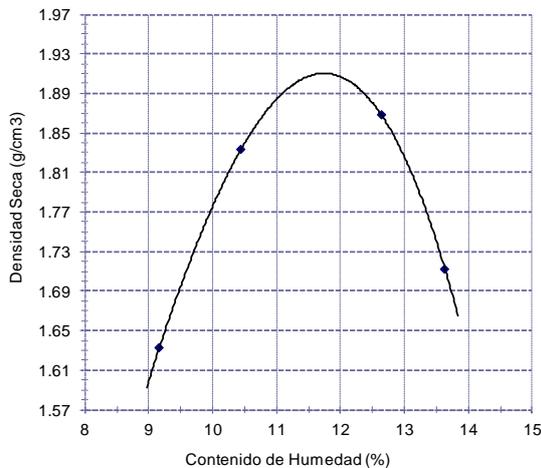
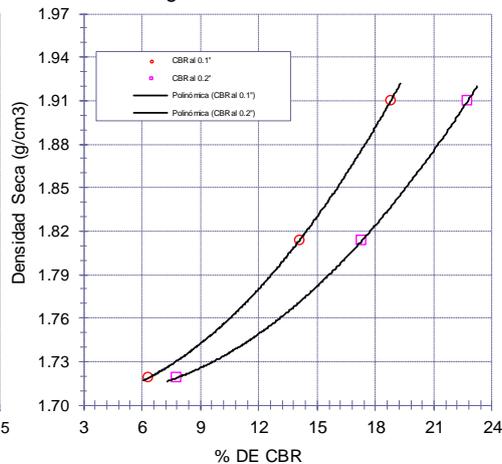


Diagrama de CBR vs Densidad


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 12 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

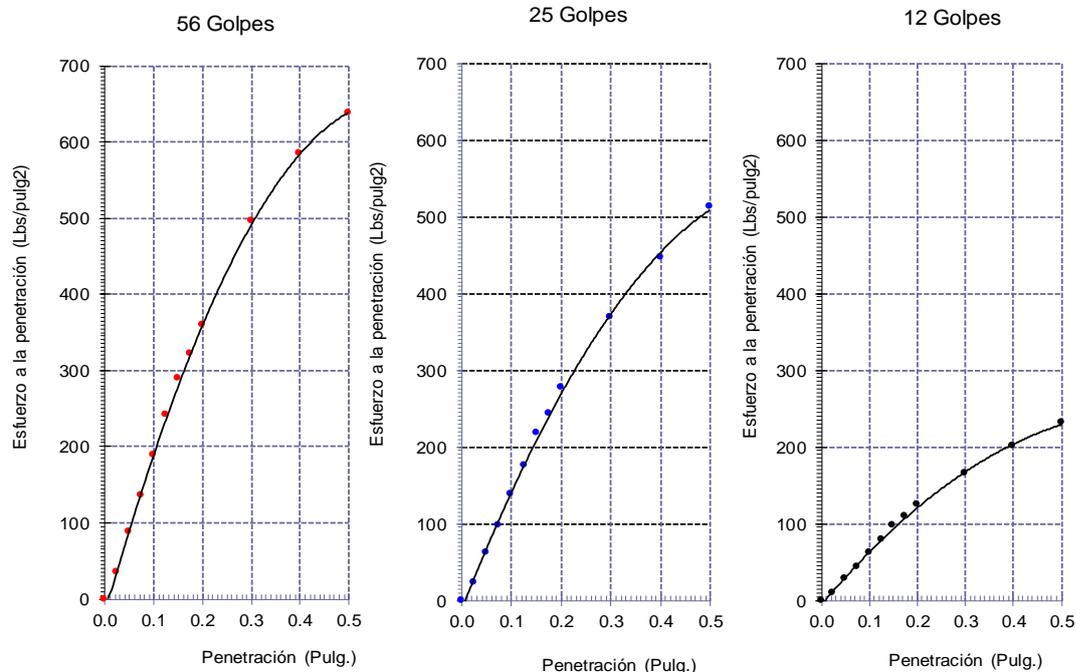
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1 + 2,5% CBCA

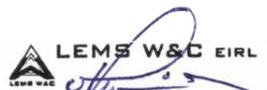
Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 12 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

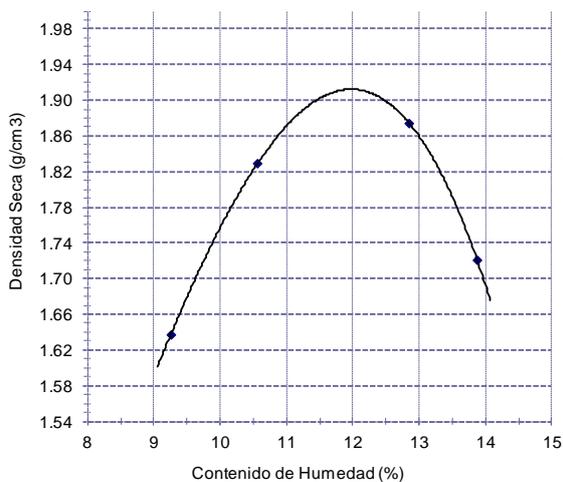
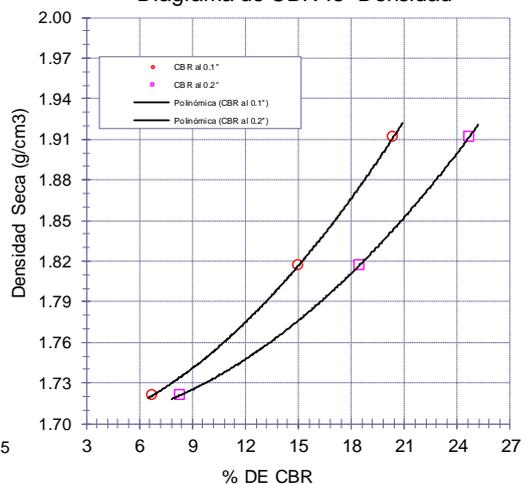
Muestra: M-1 + 2,5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

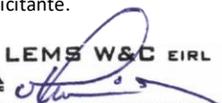
LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.912 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.96 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	20.4	0.022	1.912	0.1"	100	20.4
02	25	15.0	0.034	1.817	0.1"	95	15.0
03	12	6.8	0.040	1.721	0.2"	100	24.7
					0.2"	95	18.4

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 27 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

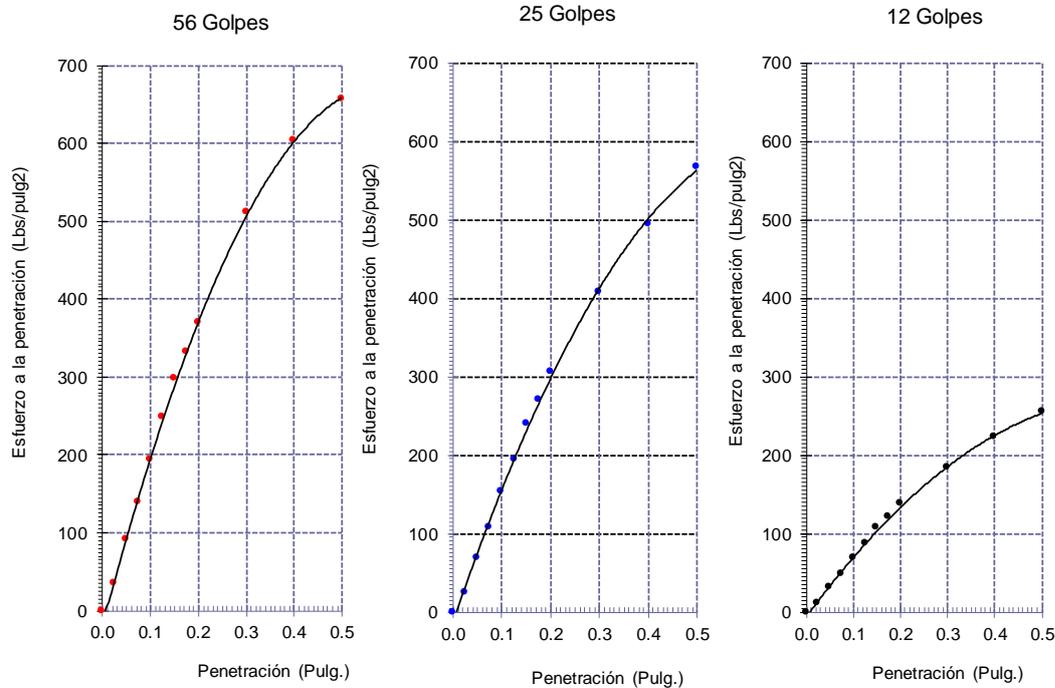
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1 + 5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 27 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1 + 5% CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.874 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.55 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.0	0.017	1.874	0.1"	100	21.0
02	25	16.6	0.027	1.780	0.1"	95	16.6
03	12	7.5	0.039	1.686	0.2"	100	25.4
					0.2"	95	20.4

Diagrama de Proctor

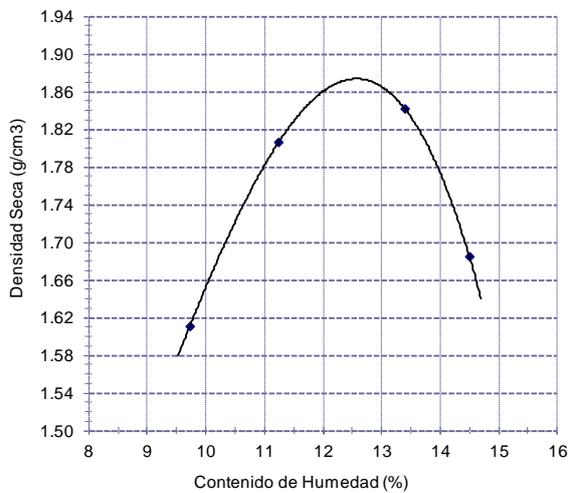
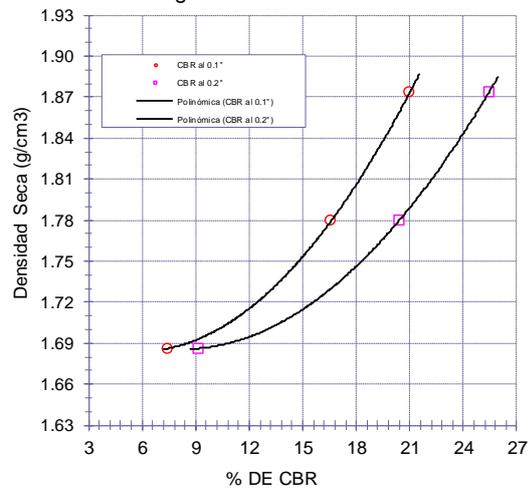


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 16 de Mayo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

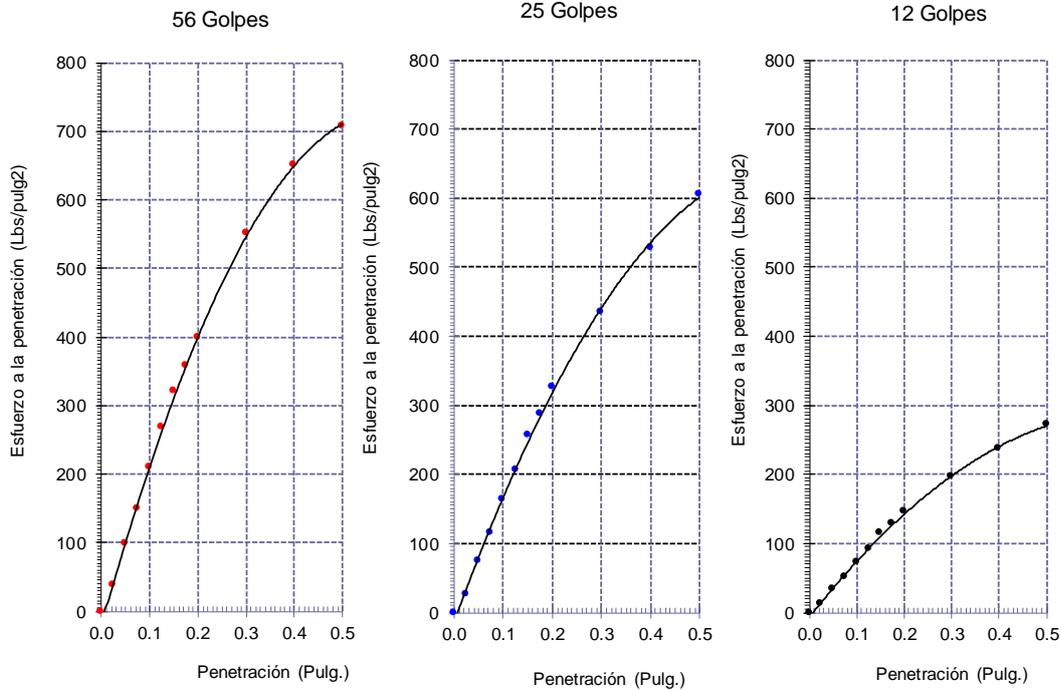
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1 + 7.5%CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 16 de Mayo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1 + 7.5%CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.878 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.33 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.7	0.023	1.878	0.1"	100	22.7
02	25	17.7	0.027	1.784	0.1"	95	17.8
03	12	8.0	0.032	1.690	0.2"	100	27.5
					0.2"	95	21.8

Diagrama de Proctor

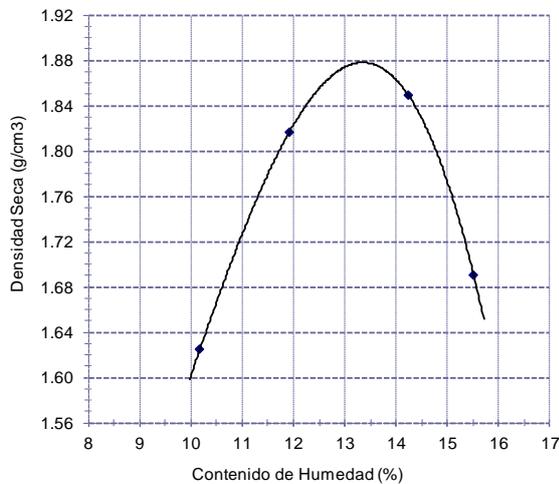
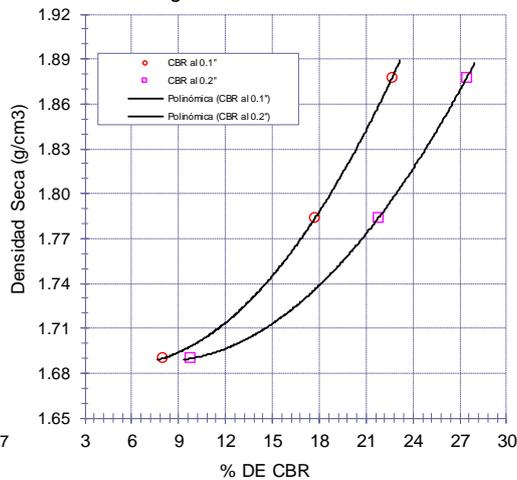


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 03 de Mayo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

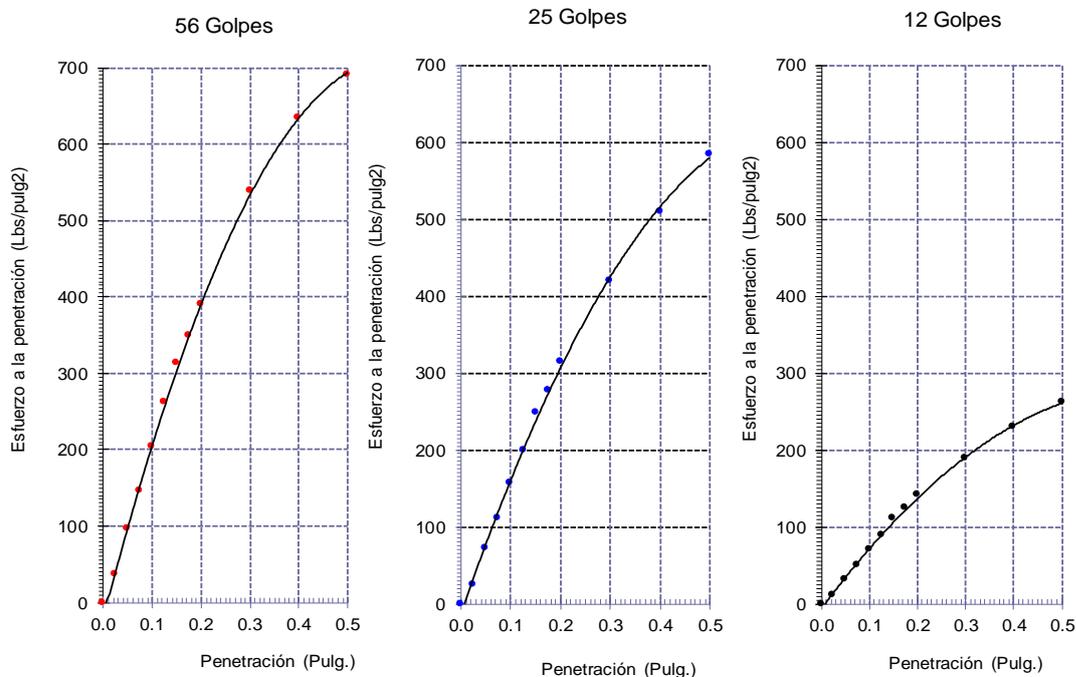
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1 + 10% C

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 03 de Mayo del 2022
 Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 5

Muestra: M-1 + 10% C

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.821 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.50 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.1	0.019	1.821	0.1"	100	22.1
02	25	17.1	0.024	1.730	0.1"	95	17.1
03	12	7.7	0.043	1.639	0.2"	100	26.8
					0.2"	95	21.0

Diagrama de Proctor

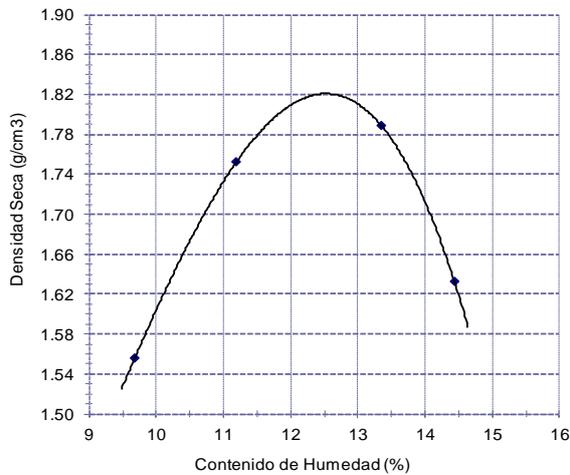
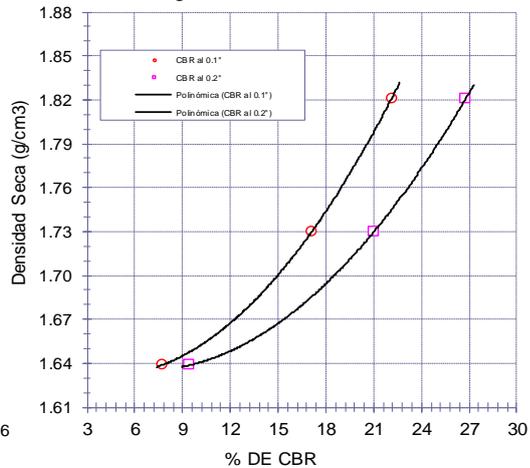


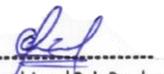
Diagrama de CBR vs Densidad


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 24 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

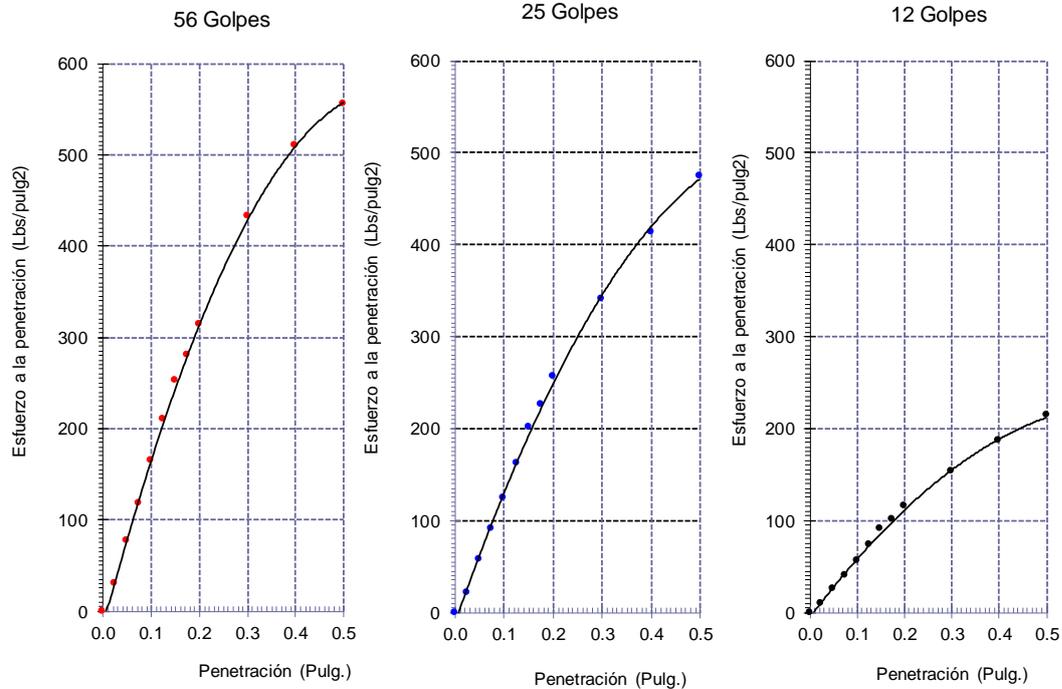
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 24 de Abril del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6

Muestra: M-1

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.950 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.10 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	17.8	0.019	1.950	0.1"	100	17.8
02	25	13.9	0.030	1.853	0.1"	95	13.9
03	12	6.3	0.035	1.755	0.2"	100	21.6
					0.2"	95	17.1

Diagrama de Proctor

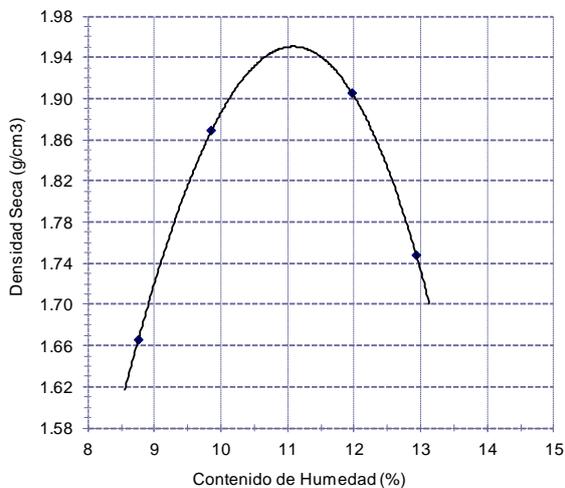
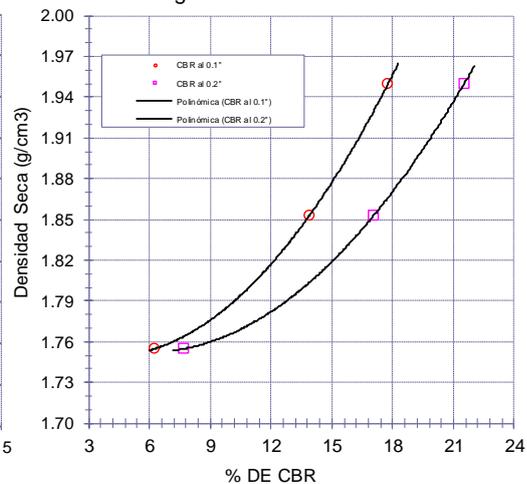


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 11 de Mayo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6 Muestra: M-1 + 2.5%CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.874 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.38 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	19.5	0.029	1.874	0.1"	100	19.5
02	25	15.4	0.033	1.780	0.1"	95	15.5
03	12	6.9	0.038	1.694	0.2"	100	23.6
					0.2"	95	19.0

Diagrama de Proctor

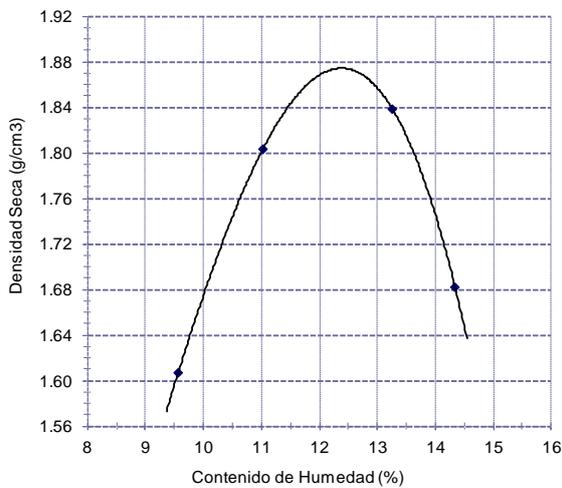
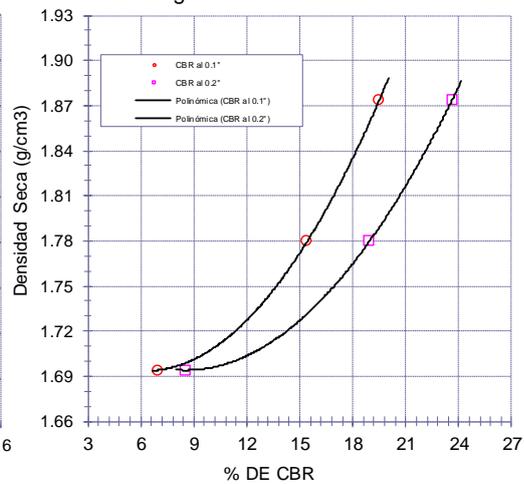


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

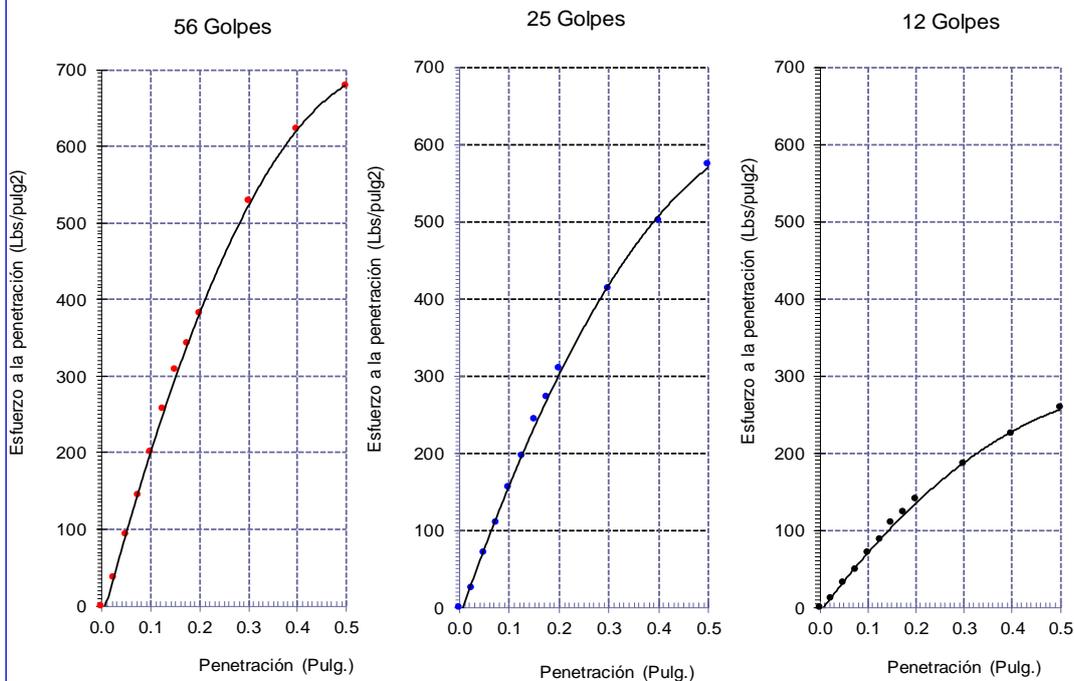
Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 11 de Mayo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6 Muestra: M-1 + 5%CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 11 de Mayo del 2022

 Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6

Muestra: M-1 + 5%CBCA

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.833 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.88 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	21.7	0.030	1.833	0.1"	100	21.7
02	25	16.8	0.034	1.741	0.1"	95	16.9
03	12	7.6	0.050	1.650	0.2"	100	26.3
					0.2"	95	20.7

Diagrama de Proctor

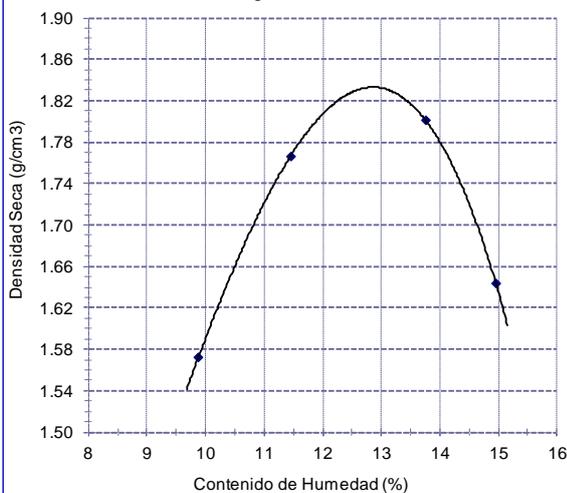
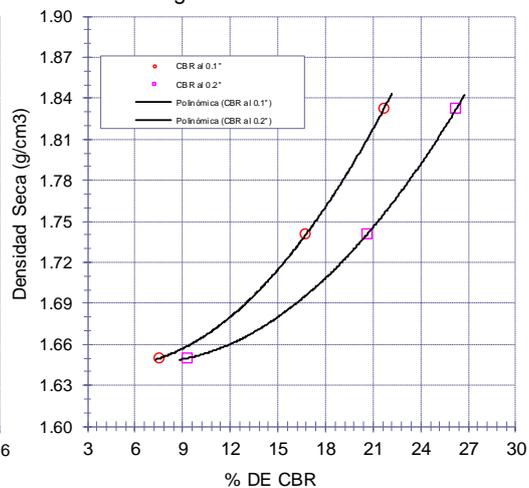
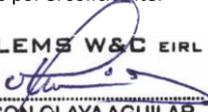


Diagrama de CBR vs Densidad


OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL

WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de apertura : 03 de Mayo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

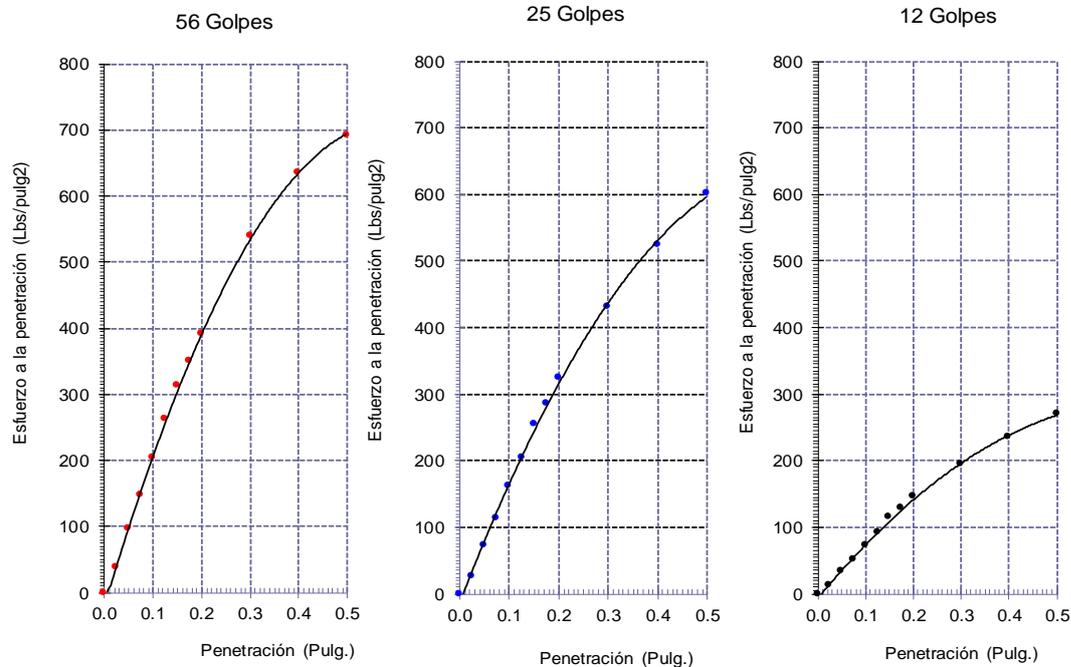
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6

Muestra: M-1 + 7,5% C

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de recepción : 03 de Mayo del 2022
 Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6

Muestra: M-1 + 7,5% C

Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.850 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.27 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm3)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.2	0.019	1.850	0.1"	100	22.2
02	25	17.6	0.024	1.757	0.1"	95	17.7
03	12	7.9	0.043	1.665	0.2"	100	26.9
					0.2"	95	21.7

Diagrama de Proctor

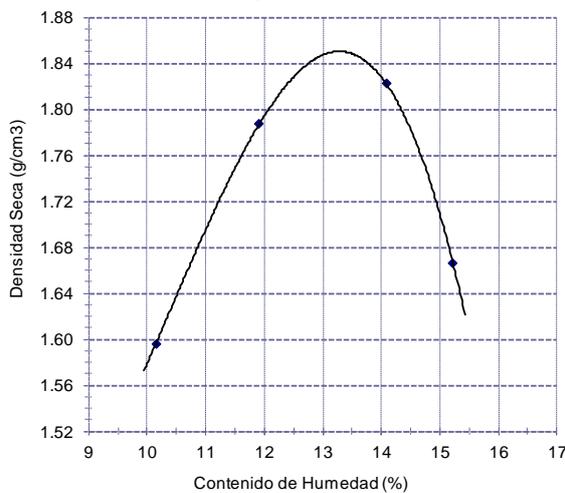
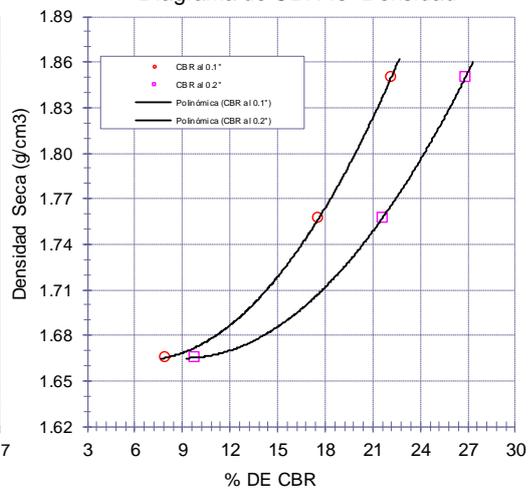
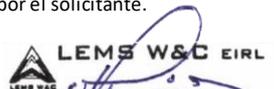


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

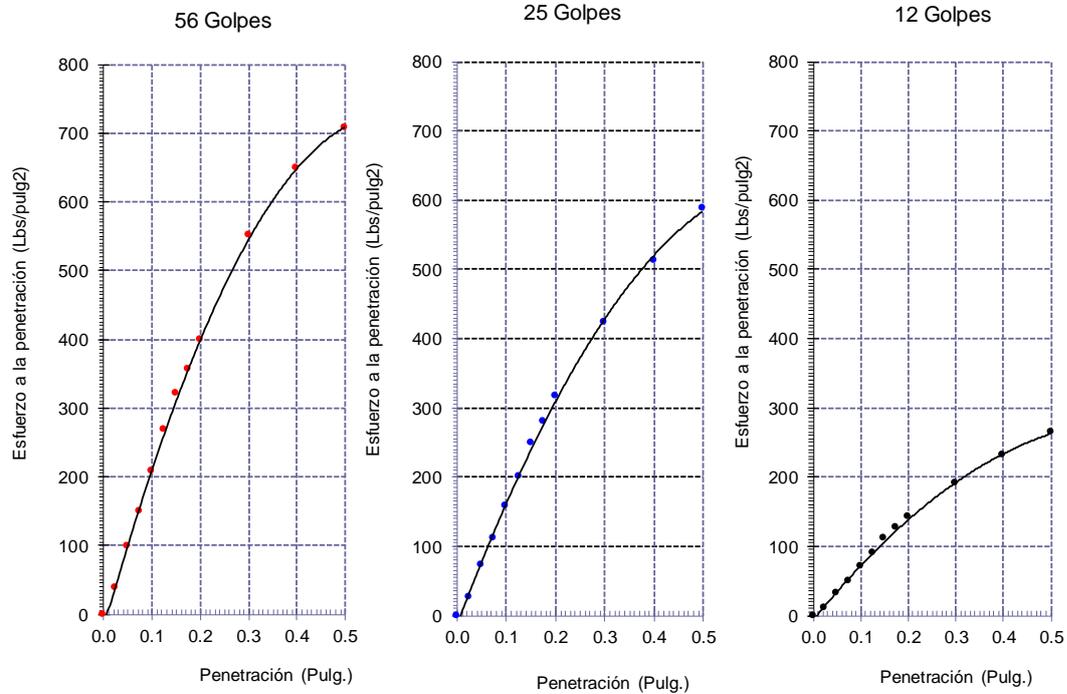
Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 16 de Mayo del 2022

Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6 Muestra: M-1 + 10%CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitantes : PRADA TORRES JUAN CARLOS
 Proyecto : Tesis: "ESTABILIZACIÓN DE VIA NO PAVIMENTADA EN FERREÑAFE INCORPORANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR"
 Ubicación : Sector "Los Macalopu", Dist.Pueblo Nuevo, Prov.Ferreñafe, Dpto.Lambayeque.
 Fecha de ensayo : 16 de Mayo del 2022
 Código : N.T.P. 339.145
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 6 Muestra: M-1 + 10%CBCA Profundidad: 0.30m - 1.50m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.765 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.91 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm ³)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	22.6	0.023	1.765	0.1"	100	22.6
02	25	17.2	0.027	1.676	0.1"	95	17.3
03	12	7.8	0.033	1.588	0.2"	100	27.4
					0.2"	95	21.3

Diagrama de Proctor

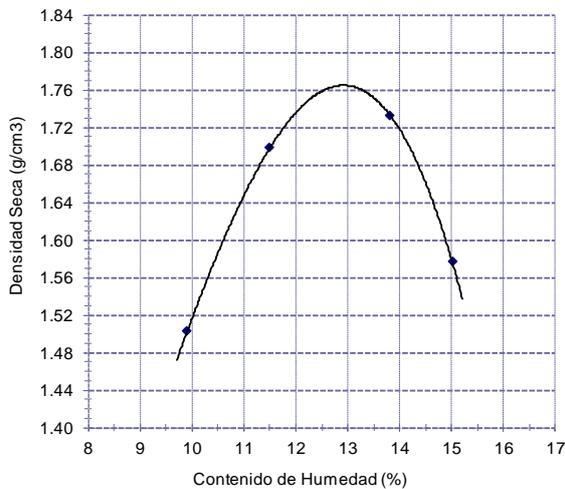
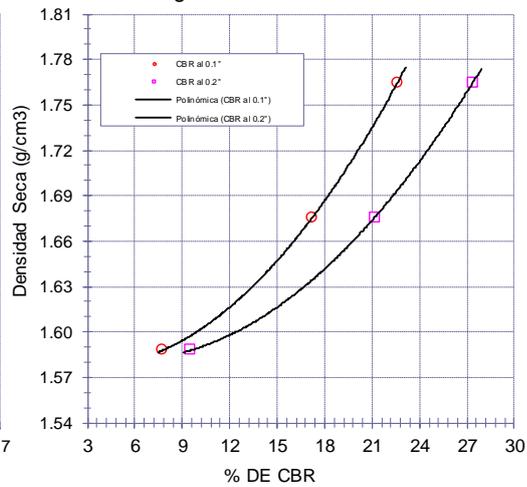


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

- Evidencias de ejecución.



Nota. Se muestra al investigador en una de las calicatas en estudio.



Nota. Se muestra al investigador en una de las calicatas en estudio.



Nota. Ceniza de bagazo de caña de azúcar después del quemado.



Nota. Se observa la ceniza de bagazo de caña de azúcar, antes de ser llevada al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes.



Nota. Después haber realizado el compactar y antes de realizar el ensayo de CBR, se sumerge en agua para ver la expansión

**MODELO DE CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA
INFORMACIÓN**

Ciudad, 27 de ABRIL de 2023

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – Empresa 20480781334 – LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L – LEMS W & C E.I.R. L**

**AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del
proyecto de investigación, denominado Estabilización del suelo usando ceniza de
bagazo de caña de azúcar para caminos no pavimentados**

Por el presente, el que suscribe, **Wilson Arturo Olaya Aguilar** representante legal de la empresa **20480781334 – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L – LEMS W & C E.I.R.L** AUTORIZO al estudiante(s) Juan Carlos Prada Torres identificado con DNI N°71985704, estudiante del Programa de Estudios de la Escuela de Ingeniería Civil – Universidad Señor de Sipán y autor del trabajo de investigación denominado **Estabilización del suelo usando ceniza de bagazo de caña de azúcar para caminos no pavimentados** al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



Nombre y Apellidos: **Wilson Arturo Olaya Aguilar**

DNI N°:

Cargo de la empresa: LABORATORIO DE ENSAYOS DE

MATERIALES Y SUELOS

