



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades
mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía
afirmada, Lima 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Arroyo Chavez, Antony Michel (orcid.org/0000-0003-1965-4832)

ASESOR:

M. Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollosostenible y adaptacion al cambio climatico

ATE - PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta tesis la dedico principalmente a mi Madre Maribel y Familia, por ser mis pilares y por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida la cual es demasiado importante en mi formación profesional, también es muy importante para mi dedicar este proyecto a mi primo Jerry que es como un hermano ya que crecimos juntos desde muy pequeños y siempre estaremos el uno para el otro.

Agradecimientos

Agradecer profundamente a mi Madre Maribel, Tía Silvia y Abuela Paulina por brindarme su apoyo, dedicar tiempo en mi educación, tenerme mucha paciencia, desvelarse conmigo hasta muy altas horas solo para hacerme compañía y hacerme sentir que nunca estaré solo en mi vida académica para permitirme conseguir una meta personal, A ellos mi eterno amor y gratitud.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos	ivv
Índice de Tablas	iv
Índice de figuras	vvi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Validez y confiabilidad.....	18
3.6. Procedimientos	19
3.7. Método de análisis de datos.....	26
3.8. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS	56

Índice de Tablas

Tabla 1. Coeficientes de correlación	19
Tabla 2. Ensayos desarrollados en la calicata 1	27
Tabla 3. Ensayos desarrollados en la calicata 2	27
Tabla 4. Ensayos desarrollados en la calicata 3	28
Tabla 5. Ensayos desarrollados en la calicata 4	28
Tabla 6. Ensayos desarrollados de la muestra natural + 5% de CCV	29
Tabla 7. Ensayos desarrollados de la muestra natural + 10% de CCV	29
Tabla 8. Ensayos desarrollados de la muestra natural + 15% de CCV	30
Tabla 9. Límites de Atterberg con y sin incorporación de CCV	30
Tabla 10. Maxima densidad seca con y sin incorporación de CCV	32
Tabla 11. Optimo contenido de humedad con y sin incorporación de CCV	33
Tabla 12. CBR al 95% de la MDS con y sin incorporación de CCV	34
Tabla 13. CBR al 100% de la MDS con y sin incorporación de CCV	36
Tabla 14. Resumen de los resultados	38

Índice de figuras

Figura 1. Actividades agrícolas por pobladores de la zona	1
Figura 2. Calle Cajamarca constituido por suelo cohesivo	2
Figura 3. Calicata en la Calle Cajamarca..	3
Figura 4. Curva de compactación en relación a OCH y MDS.	12
Figura 5. Característica de un suelo cohesivo.....	13
Figura 6. Ceniza de carbón vegetal.....	13
Figura 7. Carbón vegetal consumido.....	16
Figura 8. Inestabilidad de suelo cohesivo en una vía.....	16
Figura 9. Numero de Calicatas.....	20
Figura 10. Tramo del proyecto de investigación en la calle Cajamarca.	21
Figura 11. Excavaciones de calicatas.	22
Figura 12. Ensayo de granulometría.	22
Figura 13. Ensayo de límite líquido.....	23
Figura 14. Tamizado por la malla N° 40 para el límite plástico	23
Figura 15. Curva de compactación del proctor modificado	24
Figura 16. Ensayo de Proctor.....	24
Figura 17. Ensayo del CBR	25
Figura 18. Gráfico de índice de plasticidad	31
Figura 19. Gráfico de MDS.....	33
Figura 20. Gráfico del OCH.....	34
Figura 21. Gráfico de CBR al 95% de la MDS.....	35
Figura 22. Gráfico de CBR al 100% de la MDS.....	37
Figura 23. Estadística descriptiva del CBR, MDS e IP	37
Figura 24. Gráfica de distribución para CBR.....	39
Figura 25. Gráfica de distribución para la MDS.....	39
Figura 26. Gráfica de distribución para el IP	40
Figura 27. Categorías de Subrasante.....	46

Resumen

El presente estudio denominado “Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022”, posee como objetivo principal maximizar las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada utilizando cenizas de carbón vegetal. La metodología aplicada es el método científico hipotético deductivo con diseño experimental, el tipo de investigación es de tipo aplicada. Se sondeo 4 calicatas ubicadas en la Calle Cajamarca del Centro Poblado de Carapongo, Se hizo el muestreo e inmediatamente se realizó las pruebas de laboratorio de mecánica de suelo teniendo resultados de muestra natural en la calicata 1 valores como una Humedad de 15.76%, un IP de 10.62%, una MDS de 1.768 Kg/m³, un OCH de 14.21% y un CBR al 95% de la MDS de 4.64. En la C-2 se tuvo valores como una Humedad de 18.82%, un IP de 12.67%, una MDS de 1.714 Kg/m³, un OCH de 14.69% y un CBR al 95% de la MDS un valor de 4.95. En la C-3 se tuvo valores como una Humedad de 17.15%, un IP de 12.64%, una MDS de 1.786 Kg/m³, un OCH de 14.48% y un CBR al 95% de la MDS de 4.49%. En la C-4 se tuvo valores como una Humedad de 16.25%, un IP de 11.32%, una MDS de 1.735 Kg/m³, un OCH de 14.82% y un CBR al 95% de la MDS de 4.69, esta fue sometida a la estabilización con 5%,10% y 15% de Cenizas de Carbón Vegetal.

Los resultados denotaron que el suelo natural de la calicata 3+5% de cenizas de carbón vegetal se obtuvo valores como un IP de 11.14%, una MDS de 1.857 Kg/m³, un OCH de 14.11% y un CBR al 95% de la MDS de 7.44. El suelo natural de la C3+10% de cenizas de carbón vegetal se obtuvo valores como un IP de 10.20%, una MDS de 1.924 Kg/m³, un OCH de 13.83% y un CBR al 95% de la MDS de 8.66%. El suelo natural de la C-3+15% de cenizas de carbón vegetal se obtuvo valores como un IP de 10.39%, una MDS de 1.941 Kg/m³, un OCH de 13.58% y un CBR al 95% de la MDS de 8.78. Teniendo los mejores resultados el suelo natural de la calicata 3 +15% de cenizas de carbón vegetal, con estos resultados cabe precisar que el IP mejoro en un 1.42%, La MDS mejoro 0.190 Kg/m³. El OCH disminuyo en 0.97 % y el CBR al 95% de la MDS mejoro 4.09%.

Palabras clave: Estabilización, Índice de Plasticidad, Máxima densidad seca, CBR.

Abstract

The present study called "Charcoal ashes in the maximization of the mechanical properties of stability of cohesive soils in an affirmed road, Lima 2022", has as its main objective to maximize the mechanical properties of stability of cohesive soils in an affirmed road using charcoal ashes. charcoal. The applied methodology is the hypothetical-deductive scientific method with experimental design, the type of research is applied. Four test pits located on Cajamarca Street in the Populated Center of Carapongo were surveyed. Sampling was carried out and soil mechanics laboratory tests were immediately carried out, having natural sample results in pit 1, values such as a Humidity of 15.76%, an IP of 10.62%, an MDS of 1,768 Kg/m³, an OCH of 14.21% and a CBR at 95% of the MDS of 4.64. In C-2, values such as a Humidity of 18.82 %, an IP of 12.67%, an MDS of 1,714 Kg/m³, an OCH of 14.69% and a CBR at 95% of the MDS, a value of 4.95. In C-3, values such as a Humidity of 17.15 were obtained. %, an IP of 12.64%, an MDS of 1,786 Kg/m³, an OCH of 14.48% and a CBR at 95% of the MDS of 4.49%. In C-4 there were values such as a Humidity of 16.25%, an IP of 11.32%, an MDS of 1,735 Kg/m³, an OCH of 14.82% and a CBR at 95% of the MDS of 4.69, this was submitted to the certainty with 5%, 10% and 15% of Vegetable Carbon Ash.

The results denoted that the natural soil of the pit 3+5% of charcoal ashes obtained values such as an IP of 11.14%, an MDS of 1,857 Kg/m³, an OCH of 14.11% and a CBR at 95% of the MDS of 7.44. The natural soil of the C3+10% of charcoal ashes obtained values such as an IP of 10.20%, an MDS of 1,924 Kg/m³, an OCH of 13.83% and a CBR at 95% of the MDS. of 8.66%. The natural soil of the C-3+15% charcoal ashes obtained values such as an IP of 10.39%, an MDS of 1.941 Kg/m³, an OCH of 13.58% and a CBR at 95% of the MDS of 8.78. Having the best results, the natural soil of pit 3 +15% of charcoal ashes, with these results it should be noted that the IP improved by 1.42%, the MDS improved by 0.190 Kg/m³, the OCH decreased by 0.97% and the CBR at 95% of the MDS improved 4.09%.

Keywords: Stabilization, Plasticity Index, Maximum dry density, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Carapongo lugar del estudio, está constituida por zonas semiurbana, porque muchas áreas están todavía destinadas a la actividad agrícola, mostrado en la figura 1, es una fuente de ingreso de muchos pobladores dedicados a esta forma de mejorar su economía. Acorde a esta realidad, las vías que constituyen en los accesos a esta parte de Carapongo, están constituidas de vías afirmadas en algunos casos y otros solamente aperturados informalmente, transitan una serie de vehículos de carga pesada para trasladar los productos y también vehículos menores para transporte personal de pobladores y visitantes.



Figura 1. Actividades agrícolas por pobladores de la zona

Fuente: Propia

Las vías mencionadas, por el tránsito de los vehículos generan mucho polvo, el cual afecta la salud y comodidad de las personas (Callejero de Perú, 2022) , y la situación más preocupante es la característica actual del suelo constituyente de la superficie de rodadura, puesto que se trata de un suelo que tiene baja estabilidad , el cual no cumple con especificaciones técnicas para estas estructuras como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Calle Cajamarca constituido por suelo cohesivo

Fuente: Propia

Por tanto, tratándose de este tipo de vías es necesario modificar el proceso constructivo por medio de la adición de polvo de carbón vegetal en proporciones experimentales, de los cuales una proporción definida debe brindar una resistencia adecuada.

El material adicionado se constituye en carbón vegetal, el cual será obtenido a partir de la quema o combustión de madera proveniente de residuos de madera, luego se ejecutó el tamizado para alcanzar una granulometría adecuada y adicionado en una muestra representativa de suelo extraído de la calicata de la zona de estudio.

De acuerdo a Okagbue (2005) especifica que para la evaluación de los defectos estructurales del suelo se debe determinar las propiedades geotécnicas del suelo arcilloso, tal como se encuentra en la actualidad para verificar la realidad de los parámetros del comportamiento, posteriormente se evaluó la muestra con la adición de la ceniza de carbón vegetal, como son la granulometría, el límite de Atterberg, la compactación, el CBR, entre otros factores.

La característica del suelo en Carapongo es arcillosa, pues al realizar 4 excavaciones y los ensayos respectivos se determinó un suelo inestable, como se muestra en la figura 3, por lo cual debe mejorarse con la adición de algún material.



Figura 3. Calicata en la Calle Cajamarca

Fuente: Propia

1.2 Formulación del problema

Problema principal

¿Cómo las cenizas de carbón vegetal podrían maximizar las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada?

Problemas específicos

- ¿Con una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal se produciría una mejor performance del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada?
- ¿Con una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal se aumentaría el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada?

- ¿Con una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal se incrementaría el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada?

1.3 Justificación

Justificación teórica

“Para realizar esta investigación se planteó los objetivos acordes con los parámetros de investigación, los cuales se cumplieron luego de la experimentación, los resultados permitieron contribuir e incrementar con las teorías relacionadas hasta ahora alcanzadas. Los resultados son analizados minuciosamente para determinar si los procedimientos fueron los adecuados y los niveles de optimización alcanzados, como los objetivos establecidos fueron alcanzados se considera que los mecanismos fueron los adecuados, y en base a los criterios aplicados estas pueden ser incorporados al bagaje de teorías científicas relacionados a la estabilización de suelos para casos de vías urbanas”.

Justificación practica

“Para la realización de esta investigación se ha considerado tomar en cuenta los procedimientos prácticos que orienten al logro de mejores resultados en base a antecedentes hasta ahora existente relacionados al mejoramiento del comportamiento de suelos con las características mencionadas. Se plantea soluciones pragmáticas a la inestabilidad de suelos cohesivos, esto se logró aplicando los conocimientos técnicos de geotecnia, orientado hacia el beneficio de la población que hace uso de esta vía para casos de transporte”.

Justificación metodológica

“Para toda investigación es preciso tomar en cuenta o utilizar una guía para lograr los objetivos planificados, para este caso se utilizó el método científico, que tiene como principal método el hipotético deductivo, porque para dar solución a un problema previamente se formularon algunas hipótesis, las cuales fueron corroboradas o demostradas luego de las pruebas experimentales en laboratorio o campo”.

Justificación social

“Cuando se realiza investigaciones, estas están orientadas mayormente a lograr el beneficio de la sociedad, en este caso los vinculados directamente son los pobladores o vecindario de la zona, de igual manera los indirectos como las autoridades locales, las instituciones existentes en la zona, los industriales que hacen uso de la vía y otros que constituyen parte de la comunidad urbana.”.

1.4 Objetivos

Objetivo principal

Maximizar las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada utilizando cenizas de carbón vegetal

Objetivos secundarios

- Producir una mejor performance del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada mediante una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal.
- Aumentar el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada a través de una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal.
- Incrementar el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada por medio de una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal.

1.5 Hipótesis

Hipótesis general

Las cenizas de carbón vegetal maximizan las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en la vía afirmada.

Hipótesis específicas

- Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal produce una mejor performance del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada
- Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal aumenta el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada
- Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal incrementa el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada

1.6 Delimitaciones

Delimitación temporal

Los componentes y actividades de la investigación tienen un periodo de duración de cuatro meses, iniciando en mayo y culminando en agosto de 2022, terminado todo este proceso se analizará, interpretará y demostrará los resultados alcanzados.

Delimitación espacial

La investigación de la problemática tiene como punto central la Avenida Cajamarca de Carapongo en Lima, por tratarse de una vía principal de comunicación para la extracción de productos de la zona.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Antecedentes Nacionales

López (2011) en su tesis de investigación denominado “Estabilización de suelos arcillosos aplicando cenizas de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante en la localidad de Moyobamba- Departamento de San Martín”, planifico como objetivo realizar la evaluación de la estructura del pavimento de la vía mencionada, para lo cual utilizo el método PCI (condición del pavimento a través de inspecciones visuales) utilizando y la técnica de observación en campo, y algunas fichas de recolección de datos y posteriormente procesarlos por medio de una hoja de cálculo, respecto a la severidad de los daños, el valor deducido y finalmente el índice de la condición del pavimento. Los resultados más resaltantes es que en el ensayo del suelo natural el CBR obtenida al 95% de la máxima densidad seca es de 3.96% y al añadir 5% de cenizas de cascara de arroz el CBR alcanzo un valor de 6.90%, con 10% de cenizas de cascara de arroz el CBR alcanzo un valor de 9.60% y con 15% de cenizas de cascara de arroz el CBR alcanzo un valor de 10.5%, así mismo el IP en el suelo natural dio 23.84% y al adicionar 5%,10% Y 15% de CCA dio valores de 26.45%, 26.73% y 26.75% respectivamente por lo que se resume que el uso de la cascara de arroz es un estabilizador de suelos arcillosos.

Terrones (2019) en su investigación denominado “Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018” trazo como objetivo central, la estabilización de un suelo arcillosos con volúmenes considerables de limo. El método experimental es el elegido para tratar de alcanzar mejoras en la estabilidad adicionando a la mezcla volúmenes de 5%, 10% y 15 % de CBCA, como parte de los ensayos se consideró la caracterización del suelo, determinar los porcentajes de humedad adecuado del suelo, de igual manera se verifico la máxima densidad seca y las resistencias a compresión. Entre los resultados más resaltantes es que la ceniza mejora el comportamiento del suelo, con la adición del 15 % permite al suelo cumplir con las especificaciones técnicas para suelos viales, debido a que la

resistencia comprende paralelamente un CBR al 95% de la MDS de 22.50%, 22.40% y 21.90%.

Cristóbal & Quinte (2022) en su investigación “Estabilización de subrasante con cenizas de eucalipto, paraje turístico Piedra parada, Concepción, Junín 2021” menciona el objetivo principal, la determinación variable de la estabilidad de la subrasante de la zona utilizando las cenizas de eucalipto. El método de investigación aplicado es la experimental en campo, previamente habiendo evaluado las características físicas y mecánicas del terreno. Los resultados logrados se mencionan que la adición de un 10% de ceniza incrementa el valor de la máxima densidad seca hasta 10.45%, sin embargo el índice de plasticidad se reduce en 54.97%, para el caso del CBR al 95% de la MDS, los resultados en las calicatas 1, 2 y 3 arrojaron valores de 3.23%, 3.51% y 3.48% ,cuando se le añadió 5% de CE se incrementaron hasta 4.67%,4.59% y 4.36%, asimismo cuando se le añadió 10% de CE se incrementaron hasta 15.67 %,16.01 % y 16.82 también cabe precisar que cuando se le añadió 15% de CE se incrementaron hasta 7.54%,10.94% y 13.50%, teniendo el 10% de CE como punto óptimo para estabilizar los suelos cohesivos., estos resultados describen que son favorables para el mejoramiento, principalmente para las épocas de precipitaciones donde el agua es uno de los elementos que deterioran y perjudican la capacidad del terreno respecto a su estabilidad.

López & Ortiz (2018) en la tesis denominado “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la Urbanización San Luis de la ciudad de Abancay”, programo como objetivo la determinación de la cantidad optima de cal a adicionar a la sub rasante de las vías estudiadas, para ello utilizaron como método experimental con ensayos a nivel de laboratorio donde se evaluó las propiedades físicas del suelo y la resistencia al corte, también el contenido de humedad, su compacidad y plasticidad como propiedades muy importantes del suelo. Los resultados mencionan que en la C-01 y el C-02 tuvieron un CBR de 8.75% y 16.75% y con la adición de cal en la C-01 con un porcentaje de 2, 4, 6 hasta 8 por ciento alcanzaron una variación del CBR de 17.5%, 33%, 52 y 145%, también con la adición de cal en la C-02 con un porcentaje de 2, 4, 6 hasta 8 por ciento alcanzaron una variación del CBR de 24.5%, 28.5%, 39% y 68%

respectivamente el cual induce a realizar mejoras o reemplazo del suelo. Estas proporciones cumplen con las especificaciones de las normas.

Angulo & Zavaleta (2020) elaboraron la investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades fisico-mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, distrito San Juan – Maynas – Iquitos, 2019”, el objetivo principal es evaluar el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cuando son estabilizadas adicionando cal hidratada y viva. El método empleado es el hipotético deductivo debido a la caracterización de los suelos, bajo un enfoque cuantitativo, donde se evaluó. Los resultados estuvieron orientados a la evaluación de la plasticidad, la máxima densidad seca y el CBR todos en el suelo natural como también adicionando 2, 4 y 6% respectivamente. Los resultados de CBR en la calicata 01 fueron 9.15% y con la adición arrojó 21.78%, 40.31% y 88.91% por el otro lado la calicata 2 es de baja plasticidad y expansión, el CBR arrojó un valor de 8.07% y con la adición de cal dio resultados de 97.5%, 48.27% y 37.65% respectivamente. Al agregar cal se observó se incrementa la resistencia y reduce la expansión, también reduciendo la densidad y la plasticidad. La adición de cal hidratada mantuvo las propiedades en las mismas condiciones.

Antecedentes Internacionales

Pérez & Cañar (2017) en su producción denominado “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”, menciona como objetivo tratar de estabilizar las propiedades como la capacidad de soporte y la resistencia al cortante, utilizando algunos aditivos de carácter residual como son las cenizas de carbón, para lograr este objetivo utilizó el método de experimentación científica, donde inicialmente extrajo calicatas para definir las características del suelo, donde realizó ensayos de análisis granulométrico y el ensayo de límites de Atterberg, de acuerdo a las especificaciones del método SUCS. Los resultados mencionan que el Proctor modificado reportó una densidad máxima seca y una buena humedad, para el ensayo del CBR aplicando 20, 23 y 25% de cenizas de carbón, de estos el porcentaje más alto mejoró su resistencia hasta un 11%, sin embargo, menciona que este porcentaje no fue suficiente para la estabilidad del material para sub

rasantes. Por otro lado, describe que, el uso de la ceniza si mejora las propiedades mecánicas como la disminución de la humedad e incrementando la compactación aplicando porcentajes mayores de ceniza. En el caso del CBR se incrementó en 4.5% con un 25% de ceniza y la resistencia alcanzó un 19.6% el cual puede utilizarse como subrasante.

Parra (2018) divulgo la tesis “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante” Planifico como un objetivo la prueba para determinar la resistencia mecánica por la aplicación de cargas a tracción y compresión de solidos en base a arcilla, a estos se le adiciono cal y ceniza volante en proporciones de 2, 4, 6 y 8%, posteriormente se sometió a ensayos de Proctor estándar. El método aplicado es netamente el experimental por tratarse de materiales que pueden variar con la manipulación o incorporación de adiciones ajenas. Los resultados reportaron que la adición de cal mejora la resistencia a esfuerzos y deformaciones máximas, En el caso de la ceniza se observó que no hubo modificaciones positivas al suelo, pero sí tuvo un mejor comportamiento respecto a la tracción. Estos cambios orientaron a que este procedimiento se puede ejecutar cuando se trata de mejorar el suelo cuando va a experimentar cargas extrañas de dimensión considerable.

Ruano (2012) desarrollo la tesis “Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva” considero como objetivo central el análisis del comportamiento de la arena volcánica tratando de estabilizar el suelo cohesivo de comportamiento inestable. El método aplicado es el de orientación experimental donde se adiciono proporciones de la cal a muestras de suelo y alcanzar su estabilidad. Las conclusiones describen los resultados alcanzados, entre ellos se describe que las arenas contribuyen positivamente a la estabilización, el uso de la cal es de costo reducido pero muy efectivo en la estabilización cuando se mezcla con arena. La dosificación de 10, 25 y 50% logro mejorar el CBR desde 52 hasta 91%.

Abello et al. (2014) presentaron la producción científica “Formulación de criterios de estabilización de taludes compuestos por cenizas volcánicas mediante el tratamiento químico de los suelos” en cuyo contenido se menciona como objetivo la determinación de la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del suelo por acción de las cenizas volcánicas y algunos estabilizantes de carácter químico. El

método aplicado es la experimentación a nivel de laboratorio para mejorar las condiciones del suelo en estado natural. Los resultados mas resaltantes se menciona que para una muestra de 300 gramos, cuya proporción se mezcló con porcentajes establecidos de 1 a 6% de aditivo químico como el silicato de sodio finalmente realizar el mismo procedimiento pero adicionando cal, se trabajó con porcentajes de humedad de 20 al 25%, luego de realizar los ensayos se definió trabajar la humedad en un intervalo de 20 a 30%, si se adiciona mas de estos porcentajes el suelo se tiende viscosa con pocas posibilidades de trabajabilidad. Incorporando el silicato de sodio a un 14% y 30% de humedad se logra mejores resultados de los esfuerzos con 1.0292 kg/cm².

Miranda & Negrete (2011) presentaron la investigación “Estabilización de suelos cohesivos con el uso de cloruro de calcio” describen en su producción científica como objetivo principal el estudio del comportamiento del suelo cohesivo cuando se adiciona cloruro de calcio, con el cual se trata de mejorar algunas propiedades físicas y mecánicas. El método de investigación empleado es la experimentación científica a nivel de laboratorio. Las conclusiones mencionan que manipulando las características de las muestras inestables por contener Limos de alta plasticidad, arenas limosas, arcillas de baja y alta plasticidad de acuerdo a la clasificación SUCS, las pruebas realizadas y la adición de 0.5 a 2% al suelo inestable el CBR no presenta algún cambio favorable. Sin embargo, incrementando la proporción de cloruro el modulo de resiliencia se incrementa hasta 160 MPa y los limos y arcillas de baja plasticidad disminuye el modulo de resiliencia a 30 MPa.

2.2 Teorías relacionadas al tema de investigación

Teoría de la compactación

De acuerdo a Espinace y Sanhueza (2004), el suelo formado por diferentes tamaños y formas de partículas al integrarse generan muchos espacios entre los granos, estos vacíos frecuentemente están llenos de aire o agua o una combinación de estos dos.

Si la masa se encuentra en estado suelto, genera el incremento del volumen, justamente por la presencia de los vacíos. Sin embargo, cuando se aplica una fuerza exterior, esta origina una reducción volumétrica haciéndose más compacto

y solido para que las propiedades mecánicas principalmente puedan mejorar la resistencia, la compresibilidad y el esfuerzo a la deformación que pueda generarse por la carga aplicada, y en la práctica orienta al incremento de la capacidad de soporte, los asentamientos, la misma permeabilidad y la filtración del terreno, de acuerdo a lo mostrado en la figura 4.

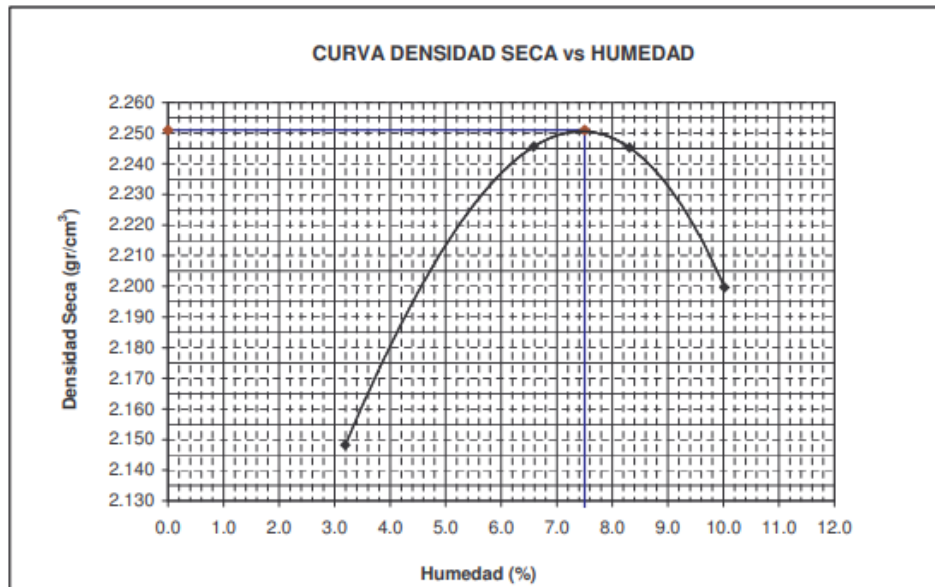


Figura 4. Curva de compactación en relación a OCH y MDS.

Fuente: Manual de ensayo de materiales MTC (2014)

Marco conceptual

Suelo cohesivo

Este tipo de suelos se caracteriza por incluir dentro de su composición pequeñas partículas y gran cantidad de arcilla, haciendo que se aglomeren así mismos. Esta propiedad reduce las probabilidades de ocasionar deslizamientos en lugares con pendiente considerable como el caso de las carreteras, tal como se observa en la figura 5. (CIPSA, 2021)



Figura 5. Característica de un suelo cohesivo.

Fuente: CIPSA (2021)

Cenizas vegetales

Este producto se genera a partir de la carbonización de las plantas, producido por la quema de los residuos vegetales o madera en el rango de 400 a 700 °C, sin insuflar aire, el cual produce un carbón sólido con baja densidad, y alta porosidad, y con un nivel de carbono de 98% como lo mostrado en la figura 6, utilizado para este caso en la estabilización de suelos cohesivos, Ashes to Life (2019)



Figura 6. Ceniza de carbón vegetal.

Fuente: AHES TO LIFE (2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

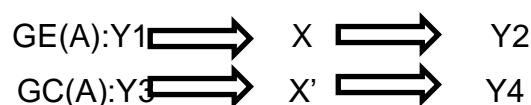
Ñaupas, Humberto (2013), comenta que en el campo de la investigación científica se tiene dos tipos bien definidos, la primera está orientado a la básica o también llamado pura, y por otro lado la aplicada o tecnológica. El primero se orienta al descubrimiento de conocimientos nuevos, como lo hacen los investigadores de primer nivel, donde se hace permanentes labores sin importar el uso que se le deba dar a los productos o resultados. El segundo se refiere netamente a la solución de los diferentes problemas que se presentan en la sociedad o colectividad, mayormente de carácter técnico. En concordancia a estas percepciones, esta investigación se orienta a la *aplicada*, porque se trata de brindar alternativa de solución a la inestabilidad del suelo en vías con presencia de suelos cohesivos.

Nivel de investigación

Ñaupas (2013), identifica adecuadamente los niveles a los diferentes temas de investigación, para este caso es el *nivel correlacional* debido a que se utiliza una variable manipulable como es la ceniza de carbón vegetal y su efecto en la variable respuesta considerado como la estabilización de suelos cohesivos.

Diseño de investigación

Valderrama (2002), manifiesta que para iniciar una investigación, previamente se debe bosquejar un diseño como una herramienta estratégica para alcanzar resultados favorables, es decir, se debe especificar los procedimientos que se realiza para alcanzar resultados satisfactorios del efecto de las variables en las respuestas. En relación a esta afirmación el diseño está compuesto por la estructura mostrada a continuación.



GE: Grupo experimental

GC: Grupo control

X: Variable independiente

X': tratamiento convencional

Y1, Y3 : pretest (prueba previa)

Y2, Y4 : posttest (prueba previa)

Donde se averigua la relación entre los efectos de cenizas de carbón vegetal en la estabilización de suelo cohesivo.

Método de investigación

En la investigación existen muchos métodos teóricos cuya característica es que los objetivos no se pueden observar en forma directa, en muchas situaciones prácticas, están los métodos empíricos, basados en la experiencia de los actuantes, dentro de ella se consideran el *hipotético deductivo* donde se tiene que considerar inferencias lógicas para que posteriormente se deducen conclusiones individuales. Diaz (2004). Respecto a estas afirmaciones, esta investigación se identifica como el método mencionado, debido a que se formularon las hipótesis, las cuales necesariamente fueron probadas por medio de los ensayos experimentales, como uno de los mejores mecanismos de demostrar afirmaciones previamente expresados antes de realizar las pruebas.

3.2. Variables y operacionalización

Valderrama (2002) especifica que estos son factores susceptibles a ser medidos, principalmente los de carácter cuantitativo, relacionándose entre las variables independientes y dependientes cuando se trata de investigaciones correlacionales. Para esta investigación las variables consideradas son:

Variable independiente: Cenizas de carbón vegetal

Esta variable es manipulada respecto a las proporciones que se incluyen en la mezcla con el suelo. Las proporciones son establecidas de acuerdo a los

antecedentes leídos o revisados, la característica física se muestra en la figura 7.



Figura 7. Carbón vegetal consumido

Fuente: <https://bit.ly/3niqjCG> (2022)

Variable dependiente: Propiedades mecánicas de estabilidad

Esta variable se refiere a un tipo de suelo que no tiene las características mecánicas adecuadas para casos de una vía, donde circulan vehículos pesados, originando deformaciones estructurales en la superficie como las mostradas en la figura 8.



Figura 8. Inestabilidad de suelo cohesivo en una vía

Fuente: <https://bit.ly/3NqxDqg> (2018)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población se conforma por las vías principales del sector de Carapongo que tienen similares características, de ellos se seleccionó intencionalmente el principal acceso a la zona, una vía muy utilizada para el movimiento económico, en el cual se moviliza varios tipos de vehículos, que de alguna manera dañan la estructura del suelo por no tener suficientes propiedades mecánicas para soportar las cargas aplicadas.

Muestra

Valderrama (2002), describe a la muestra como un subconjunto de un total, las que tienen características idénticas a la población, sujetos a ser evaluados y medidos. De acuerdo a este criterio, para este caso de investigación solo se toma como objeto de estudio la calle Cajamarca, esto se evaluó por los criterios de inferencia estadística, donde se evaluó todos los parámetros físicos y mecánicos involucrados con las propiedades físicas y mecánicas que debe tener un suelo o carpeta de estas características. Para ello se hicieron excavaciones cada cierto tramo, y determinar su aspecto físico, granulométrico, resistencia a esfuerzos, humedad y otros para poder plantear algunas opciones de mejora.

Muestreo

Pino (2016), considera al muestreo como una herramienta fundamental en los procedimientos de investigación, su función es determinar la cantidad de elementos u observaciones de la totalidad, estas se analizaron minuciosamente para definir la característica o similitud respecto a la población en general. En concordancia a estas afirmaciones, para obtener la muestra se aplicó el método o técnica denominado no probabilístico, en algunos investigadores denominan por conveniencia o intencional, debido a que el investigador tiene la justificación o respuesta a la elección de la muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Ñaupas, Humberto (2013), describe varias técnicas para recopilar información, entre ellos se considera a la observación, como una de las mejores técnicas durante el desarrollo de la investigación principalmente en la etapa de experimentación en laboratorio o en campo, considera como el procedimiento que garantiza el acopio de datos, las cuales al ser estructurados deben servir para realizar la contrastación de la hipótesis. Los datos obtenidos son producto de la interrelación sujeto y objeto de investigación, donde se hace uso necesario de los sentidos como la vista, el oído, el tacto y el olfato.

La ventaja de esta técnica es que se adecua a una investigación científico, no depende de otros procedimientos vinculantes.

Instrumentos de recolección de datos

Ñaupas (2013), considera como instrumentos una serie de procedimientos y herramientas para la recolección de datos, entre ellos se puede considerar la hoja de chequeo o check list, utilizado para la verificación de los equipos, materiales y los mismos procedimientos de pruebas o ensayos, esta herramienta permite guiar y sistematizar la observación, cuyos procedimientos deben estar perfectamente estructurados y con una secuencia lógica para realizar la recopilación en forma confiable y completa.

3.5. Validez y confiabilidad

Validez

Corral (2009), explica que la validez de un instrumento consiste que esta herramienta debe medir adecuadamente y debe obtener un grado de autenticidad, el procedimiento se denomina cross-check referido a comprobar los datos previos de la investigación. Entre los procesos de validación se considera a la validez del contenido principalmente, orientado al grado del contenido específico de las observaciones que se quiere medir, donde los ítems son representativos de la población y la característica de los elementos observados son similares, para ello

se recomienda la técnica de la validación por expertos. El formato utilizado se muestra en el anexo 4.

Confiabilidad

Corral (2009), Los instrumentos de recolección de datos deben probar su efectividad utilizando una pequeña muestra de la población. Este procedimiento permitirá realizar con responsabilidad y garantizar las condiciones de ejecución en el conjunto o población. Quiere decir que se debe verificar la exactitud de los ítems formulados y seleccionados. Los procedimientos en las investigaciones experimentales deben generar una confiabilidad para obtener la información adecuada y precisa, los instrumentos de medición utilizados en una serie de procedimientos reportaron resultados iguales. Lo que se busca es que los instrumentos utilizados para medir las variables describieron la información con un menor sesgo o desviación estándar, tratando de que estos estén lo más centralizados posibles. El nivel de confiabilidad está por encima del 75% de acuerdo a lo especificado en la tabla 1.

Tabla 1. *Coefficientes de correlación*

Coeficiente	Correlación
0.81 – 1.00	Muy alta
0.61 – 0.80	Alta
0.41 – 0.60	Moderada
0.21 – 0.40	Baja
0.01 – 0.20	Muy baja

Fuente. Tomado de Ruiz Bolívar (2002)

3.6. Procedimientos

Calicatas:

El número de calicatas de realizo de acuerdo con el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos” la cual está ubicado en la sección de Suelos y pavimentos, considerando la calle de Cajamarca una Carretera de Primera clase,

asimismo la norma nos pide 4 calicatas en 1 km tal como se muestra en la Figura 9, la cual se ejecutó en puntos estratégicos con la finalidad de abarcar toda el área.

Cuadro 4.1 Numero de Calicatas para Exploracion de Suelos			
Tipo de carretera	Profundidad (m)	Numero minimo de Calicatas	Observacion
Autopistas : carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	.Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas por Km por sentido	Las calicatas se ubicaran longitudinalment e y en forma alternada
		.Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas por Km por sentido	
		.Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas por Km por sentido	
Carreteras Duales o Múltiples: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	.Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas por Km por sentido	Las calicatas se ubicaran longitudinalment e y en forma alternada
		.Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas por Km por sentido	
		.Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas por Km por sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 -2001 veh/día, de una	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	. 4 calicatas por Km	Las calicatas se ubicaran longitudinalment e y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-201 veh/día, de una Calzada	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	. 3 calicatas por Km	
Carreteras de Tercera Clase : carreteras con un IMDA entre 400 201 veh/día, de una calzada de	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	. 2 calicatas por Km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	. 1 calicatas por Km	

Figura 9. Numero de Calicatas

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos”

Caracterización del tipo de suelo

Este estudio se orienta a la identificación del tipo de suelo de acuerdo a las especificaciones de AASHTO, donde se identificó la granulometría o tamaño de partícula, la geometría de las partículas, su composición, y otros factores que involucran a la inestabilidad. Entre las actividades también se analizó la cantidad de arcilla que pueda contener.

Otro de los aspectos de este análisis fue identificar la textura y el nivel de consistencia que pueda presentar en el lugar de estudio.

Ejecución de Calicatas

Como una primera etapa de la investigación, se precisó analizar y evaluar las ubicaciones de las calicatas y el número de calicatas a efectuarse para así poder tener muestras representativas en todo el área de la calle Cajamarca que están desde la calle Piura hasta la calle Huancayo, para luego establecer las características geotécnicas del suelo, para tal efecto se efectuó una investigación geotécnica minuciosa que incluyeron trabajos de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir la estratigrafía, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes encontrados en la calle Cajamarca con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de futuros proyectos vinculados a la estabilización de suelos cohesivos con cenizas de carbón. Así mismo se hizo una inspección visual y medición con la que se determinó una muestra uniforme en la calicata.

Las calicatas se efectuaron en puntos estratégicos con la finalidad de abarcar toda el área del proyecto de investigación en la calle Cajamarca, las cuales pasaron por la calle Piura, Calle Buenos Aires, Calle El Portillo, Calle Los Sauces, Calle Huancayo tal como se muestra en la Figura 10 y Figura 11.

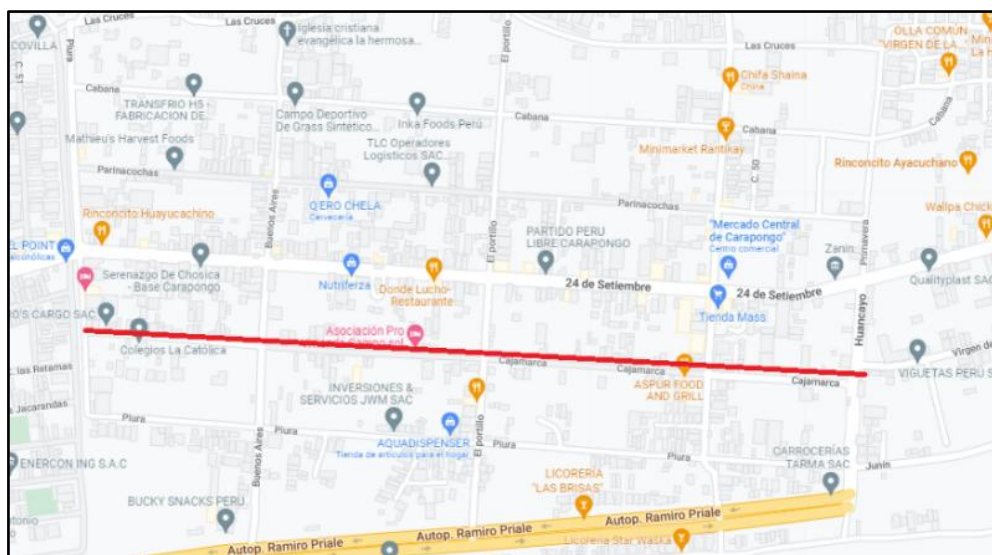


Figura 10. Tramo del proyecto de investigación en la calle Cajamarca.

Fuente: Propia



Figura 11. Excavaciones de calicatas

Fuente: Propia

Ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos.

Con los materiales cohesivos representativos que se extrajeron mediante calicatas, se realizó los ensayos de laboratorio correspondiente siguiendo los pasos del Manual de Ensayos de Materiales tales como:

Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107

Es el ensayo que clasifica el suelo, este ensayo se asemeja en clasificar el material muestreado por las propiedades físicas mediante peso y el tamaño que queda retenido en las mallas durante el zarandeo, tal como se muestra en la Figura 12.



Figura 12. Ensayo de granulometría

Fuente: Propia

Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E110

La prueba del límite líquido es muy utilizado para obtener la clasificación de suelos, también representa la máxima cantidad de agua que puede soportar un material antes de llegar a la saturación máxima, en este ensayo se usó la copa de casa grande tal como se muestra en la Figura 13.



Figura 13. Ensayo de límite líquido

Fuente: Propia

Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E111

Ensayo que sirve también para efectuar la clasificación de suelos, representa la mínima cantidad de agua que soporta un material antes de quebrarse, tal como se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Tamizado por la malla N° 40 para el límite plástico

Fuente: Propia

Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E108

La prueba de referencia se utilizó para averiguar el contenido de agua de una sustancia como porcentaje.

Prueba del Proctor modificado MTC E115

Esta prueba consiste en realizar las pruebas para determinar una curva de compactación, el nivel óptimo de humedad y el peso específico máximo en estado seco. Para la consecución de estos parámetros se trabajó con muestras de 6 kg, previamente se midió las dimensiones del molde, dentro del cual se cargó la muestra con su humedad natural. La muestra se llenó en 5 capas las cuales se compacta con la cantidad de golpes especificado. Según se muestra en la figura 15 y 16.

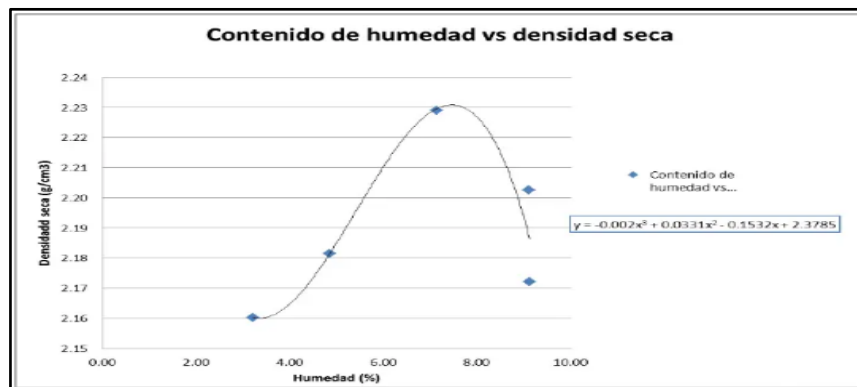


Figura 15. Curva de compactación del proctor modificado

Fuente: <https://bit.ly/3NvxyC2>



Figura 16. Ensayo de Proctor

Fuente: Propia

Prueba del CBR MTC E132

Este ensayo se realizó considerando un porcentaje de humedad óptimo, para lo cual se preparó una muestra de tres probetas, donde a cada uno se aplicó diferentes números de golpes y poder diferenciar su grado de compactación, para ello se considera 12, 25 y 56 golpes.

Estas muestras se sometieron a sumergirlos en agua durante 4 días, durante el cual se tomaron lectura de su posible crecimiento o expansión volumétrica a cada 24 horas, controlados por el trípode y el dial. Luego de este procedimiento se extrajeron del agua para escurrirlos durante 15 minutos aproximadamente y seguidamente pesarlos para luego someterlos a cargas axiales hasta romperlos y tomando lectura de su deformación y la carga de rotura respectiva, como se muestra en la figura 17.



Figura 17. Ensayo del CBR

Fuente: Propia

Se analizó las muestras de material natural en la calicata 1, calicata 2, calicata 3 y calicata 4 para luego utilizar el más crítico, siendo el más crítico los valores de la calicata N°3 la cual fue la muestra representativa de toda el área de la calle Cajamarca para poder añadir el 5%, 10% y el 15% de cenizas de carbón vegetal.

3.7. Métodos de análisis de datos

Se utilizó los resultados óptimos entre 5%, 10% y 15% de cenizas de carbón vegetal para obtener una comparación de las características físicas y mecánicas del material natural representativo.

3.8. Aspectos éticos

Las labores de investigación en las diferentes áreas de ingeniería, los problemas suscitados en los ámbitos de la sociedad que hace uso de la información recolectada brindan la garantía y solidez de la información, para ello se contó con algunos mecanismos de control para un correcto procedimiento de investigación enmarcados dentro de la ética profesional y científica. En este caso se cuenta con el guía especificado en el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, el artículo 7 se vincula el rigor científico que se somete a los procedimientos del tema en estudio, donde la cantidad de información obtenida en campo y en los laboratorios generan una confiabilidad y veracidad. Otros artículos que contribuyen a la divulgación de los resultados son los artículos 8 y 14 los cuales especifican que toda investigación debe ser publicada en algún medio para uso de la comunidad o sociedad interesada en estos resultados.

IV. RESULTADOS

Suelo natural

Se realizó 4 calicatas a cielo abierto con retroexcavadora ubicadas estratégicamente para tener claro las propiedades mecánicas y físicas de la Calle Cajamarca.

Calicata 1

Tabla 2. Ensayos desarrollados en la calicata 1.

Ensayos en la calicata N°1		
Humedad	Humedad (%)	15.76%
Límites de Atterberg	Limite liquido	34.47%
	Limite plástico	23.85%
	Índice de plasticidad	10.62%
Clasificación de suelos	SUCS	CL
	AASHTO	A-6 (5)
Proctor Modificado	Máxima densidad seca (Kg/m ³)	1.768
	Optimo Contenido de Humedad	14.21%
CBR	AI 95% de la MDS	4.64 %
	AI 100% de la MDS	6.49 %

Fuente. Elaboración propia

Calicata 2.

Tabla 3. Ensayos desarrollados en la calicata 2.

Ensayos en la calicata N°2		
Humedad	Humedad (%)	18.82
Límites de Atterberg	Limite liquido	35.51
	Limite plástico	22.84
	Índice de plasticidad	12.67
Clasificación de suelos	SUCS	CL
	AASHTO	A-6 (6)
Proctor Modificado	Máxima densidad seca (Kg/m ³)	1.714
	Optimo Contenido de Humedad	14.69
CBR	AI 95% de la MDS	4.95
	AI 100% de la MDS	6.92

Fuente. Elaboración propia

Calicata 3

Tabla 1. *Ensayos desarrollados en la calicata 3.*

Ensayos en la calicata N°3		
Humedad	Humedad (%)	17.15
Límites de Atterberg	Limite liquido	35.28
	Limite plástico	22.64
	Índice de plasticidad	12.64
Clasificación de suelos	SUCS	CL
	AASHTO	A-6 (5)
Proctor Modificado	Máxima densidad seca (Kg/m3)	1.786
	Optimo Contenido de Humedad	14.48
CBR	Al 95% de la MDS	4.49
	Al 100% de la MDS	6.28

Fuente. Elaboración propia

Calicata 4

Tabla 5. *Ensayos desarrollados en la calicata 4.*

Ensayos en la calicata N°4		
Humedad	Humedad (%)	16.25
Límites de Atterberg	Limite liquido	33.40
	Limite plástico	22.08
	Índice de plasticidad	11.32
Clasificación de suelos	SUCS	CL
	AASHTO	A-6 (5)
Proctor Modificado	Máxima densidad seca (Kg/m3)	1.735
	Optimo Contenido de Humedad	14.82
CBR	Al 95% de la MDS	4.69
	Al 100% de la MDS	6.56

Fuente. Elaboración propia

Suelo natural + cenizas de carbón vegetal

Luego de haber obtenido los resultados de laboratorio de mecánica de suelos de las 4 calicatas, se eligió la calicata N°3 como el material representativo de la Calle Cajamarca ya que posee las propiedades más críticas. A este material se le ha añadido 5%,10% y 15% de cenizas de carbón vegetal para obtener los siguientes resultados.

Muestra natural + 5% de cenizas de carbón vegetal

Tabla 6. *Ensayos desarrollados de la muestra natural + 5% de CCV*

Muestra natural + 5% de cenizas de carbón vegetal		
Límites de Atterberg	Limite liquido	34.80
	Limite plástico	23.66
	Índice de plasticidad	11.14
Clasificación de suelos	SUCS	CL
	AASHTO	A-6 (5)
Proctor Modificado	Máxima densidad seca (Kg/m3)	1.857
	Optimo Contenido de Humedad	14.11
CBR	Al 95% de la MDS	7.44
	Al 100% de la MDS	10.41

Fuente. Elaboración propia

Muestra natural + 10% de cenizas de carbón vegetal

Tabla 7. *Ensayos desarrollados de la muestra natural + 10% de CCV.*

Muestra natural + 10% de cenizas de carbón vegetal		
Límites de Atterberg	Limite liquido	34.30
	Limite plástico	24.10
	Índice de plasticidad	10.20
Clasificación de suelos	SUCS	ML
	AASHTO	A-6 (5)
Proctor Modificado	Máxima densidad seca (Kg/m3)	1.924
	Optimo Contenido de Humedad	13.83
CBR	Al 95% de la MDS	8.66
	Al 100% de la MDS	12.11

Fuente. Elaboración propia

Muestra natural + 15% de cenizas de carbón vegetal

Tabla 8. Ensayos desarrollados de la muestra natural + 15% de CCV.

Muestra natural + 15% de cenizas de carbón vegetal		
Límites de Atterberg	Limite liquido	34.41
	Limite plástico	24.02
	Índice de plasticidad	10.39
Clasificación de suelos	SUCS	ML
	AASHTO	A-6 (4)
Proctor Modificado	Máxima densidad seca (Kg/m ³)	1.941
	Optimo Contenido de Humedad	13.58
CBR	Al 95% de la MDS	8.78
	Al 100% de la MDS	12.28

Fuente. Elaboración propia

Índice de plasticidad

Tabla 9. Límites de Atterberg con y sin incorporación de CCV.

Item	Descripción	Ubicación	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	Suelo natural C-1	Calle Cajamarca (entre Calle Piura y Calle Buenos Aires)	34.47	23.85	10.62
2	Suelo natural C-2	Calle Cajamarca (entre Calle Buenos Aires y Calle el Portillo)	35.51	22.84	12.67
3	Suelo natural C-3	Calle Cajamarca (entre Calle el Portillo y Calle Sauces)	35.28	22.64	12.64
4	Suelo natural C-4	Calle Cajamarca (entre Calle Sauces y Calle Huancayo)	33.40	22.08	11.32
Representativos					
5	Suelo natural	Promedio	34.67	22.85	11.81
6	Suelo natural + 5% de cenizas de carbón vegetal		34.80	23.66	11.14
7	Suelo natural +10% de cenizas de carbón vegetal		34.30	24.10	10.20
8	Suelo natural + 15% de cenizas de carbón vegetal		34.41	24.02	10.39

Fuente. Elaboración propia

Con la explicación de la tabla N°9, se puede apreciar que el terreno natural cuenta con un IP del 11.81%, al aplicar el 5% de cenizas de carbón vegetal nos da un IP de 11.14%, al aplicar el 10% de cenizas de carbón vegetal nos da un IP de 10.20% y al aplicar el 15% de cenizas de carbón vegetal nos da un IP de 10.39%. En tanto

al aplicar diferentes dosificaciones de cenizas de carbón vegetal, se obtuvo resultados muy óptimos, así mismo nos indica que con la incorporación del 5% de cenizas de carbón vegetal el IP reflejó un descenso de 0.67%, así mismo esto se vio reflejado con la aplicación del 10% de cenizas de carbón vegetal donde el IP reflejó un descenso de 1.61. % y con la incorporación del 15% de cenizas de carbón vegetal el IP reflejó un descenso de 1.42%. por lo que cabe mencionar que las cenizas de carbón vegetal mejoran el IP, siendo la más óptima el 10% de cenizas de carbón vegetal, tal como se muestra en la Figura 18.

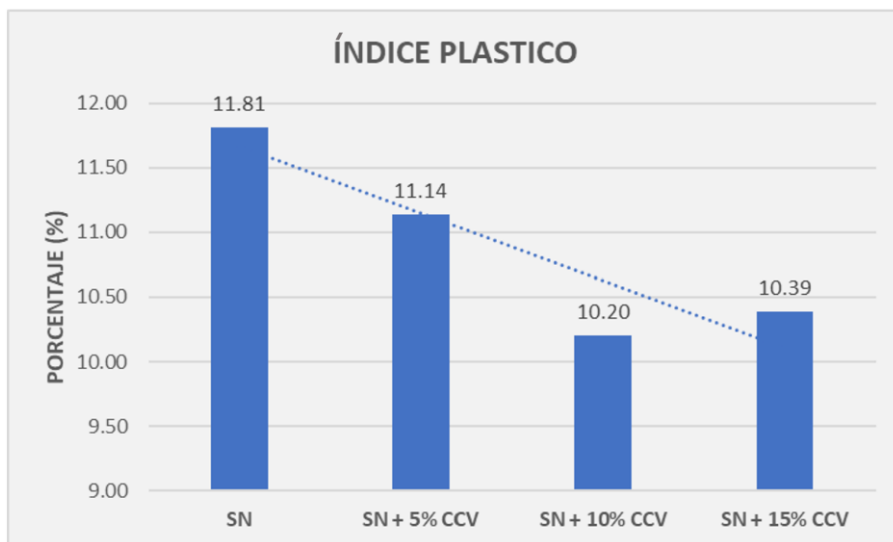


Figura 18. Gráfico de índice de plasticidad

Fuente. Elaboración propia

Máxima densidad seca

Tabla10. Máxima densidad seca con y sin incorporación de CCV.

Ítem	Descripción	Ubicación	MDS (%)
1	Suelo natural C-1	Calle Cajamarca (entre Calle Piura y Calle Buenos Aires)	1.768
2	Suelo natural C-2	Calle Cajamarca (entre Calle Buenos Aires y Calle el Portillo)	1.714
3	Suelo natural C-3	Calle Cajamarca (entre Calle el Portillo y Calle Sauces)	1.786
4	Suelo natural C-4	Calle Cajamarca (entre Calle Sauces y Calle Huancayo)	1.735
Representativos			
5	Suelo natural	Promedio	1.751
6	Suelo natural + 5% de cenizas de carbón vegetal		1.857
7	Suelo natural +10% de cenizas de carbón vegetal		1.924
8	Suelo natural + 15% de cenizas de carbón vegetal		1.941

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la tabla N°10, se puede apreciar que el terreno natural cuenta con un promedio de MDS de 1.751 Kg/m^3 , al aplicar el 5% de cenizas de carbón vegetal nos da una MDS de 1.857 Kg/m^3 , al aplicar el 10% de cenizas de carbón vegetal nos da una MDS de 1.924 Kg/m^3 y al aplicar el 15% de cenizas de carbón vegetal nos da una MDS de 1.941 Kg/m^3 . Por lo tanto al aplicar diferentes dosificaciones de cenizas de carbón vegetal, se obtuvo resultados muy óptimos, así mismo nos indica que con la incorporación del 5% de cenizas de carbón vegetal la MDS reflejo un ascenso de 0.106 Kg/m^3 , también esto se vio reflejado con la aplicación del 10% de cenizas de carbón vegetal donde la MDS reflejo un ascenso de 0.173 Kg/m^3 y con la incorporación del 15% de cenizas de carbón vegetal la MDS reflejo un ascenso de 0.190 Kg/m^3 . por lo que cabe mencionar que las cenizas de carbón vegetal mejoran la máxima densidad seca, siendo la más óptima el 15% de cenizas de carbón vegetal, tal como se muestra en la Figura 19.

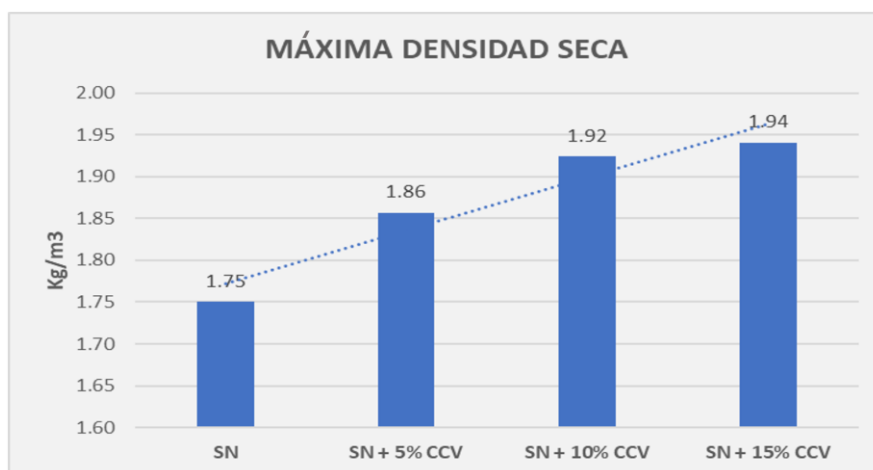


Figura 19. Gráfico de MDS

Fuente. Elaboración propia

Óptimo contenido de humedad

Tabla 11. Óptimo contenido de humedad con y sin incorporación de CCV.

Ítem	Descripción	Ubicación	OCH (%)
1	Suelo natural C-1	Calle Cajamarca (entre Calle Piura y Calle Buenos Aires)	14.21
2	Suelo natural C-2	Calle Cajamarca (entre Calle Buenos Aires y Calle el Portillo)	14.69
3	Suelo natural C-3	Calle Cajamarca (entre Calle el Portillo y Calle Sauces)	14.48
4	Suelo natural C-4	Calle Cajamarca (entre Calle Sauces y Calle Huancayo)	14.82
Representativos			
5	Suelo natural	Promedio	14.55
6	Suelo natural + 5% de cenizas de carbón vegetal		14.11
7	Suelo natural +10% de cenizas de carbón vegetal		13.83
8	Suelo natural + 15% de cenizas de carbón vegetal		13.58

Fuente. Elaboración propia

Analizando la tabla N°11, se puede apreciar que el terreno natural llega a su MDS con un OCH como promedio de 14.55% , al aplicar el 5% de cenizas de carbón vegetal llega a su MDS con un OCH de 14.11%, al aplicar el 10% de cenizas de carbón vegetal llega a su MDS con un OCH de 13.83% y al aplicar el 15% de cenizas de carbón vegetal llega a su MDS con un OCH de 13.58 % En tanto al aplicar diferentes dosificaciones de cenizas de carbón vegetal, se obtuvo resultados

muy óptimos, así mismo nos indica que con la incorporación del 5% de CCV, el OCH refleja un descenso de 0.44% , también nos indica que con la incorporación del 10% de CCV, el OCH refleja un descenso de 0.72% y con la incorporación del 15% de CCV, el OCH refleja un descenso de 0.97%. por lo que cabe mencionar que las cenizas de carbón vegetal son indirectamente proporcionales al Optimo Contenido de Humedad, siendo la más óptima el 15% de cenizas de carbón vegetal, tal como se muestra en la Figura 20

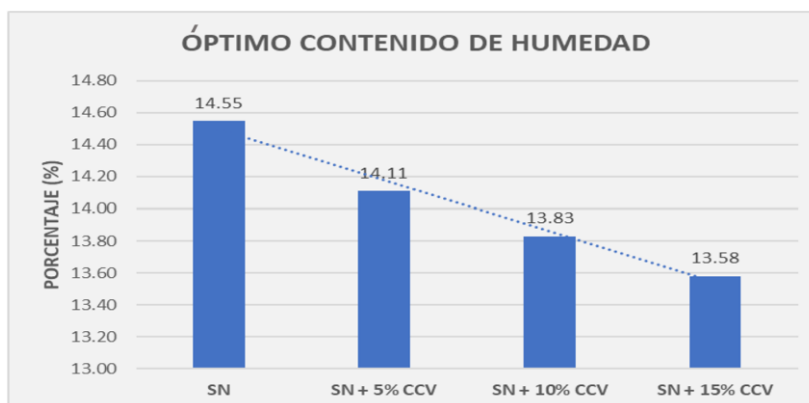


Figura 20. Gráfico del OCH

Fuente. Elaboración propia

CBR al 95% de la MDS

Tabla 12. CBR al 95% de la MDS con y sin incorporación de CCV.

Ítem	Descripción	Ubicación	CBR al 95% de la MDS
1	Suelo natural C-1	Calle Cajamarca (entre Calle Piura y Calle Buenos Aires)	4.64
2	Suelo natural C-2	Calle Cajamarca (entre Calle Buenos Aires y Calle el Portillo)	4.95
3	Suelo natural C-3	Calle Cajamarca (entre Calle el Portillo y Calle Sauces)	4.49
4	Suelo natural C-4	Calle Cajamarca (entre Calle Sauces y Calle Huancayo)	4.69
Representativos			
5	Suelo natural	Promedio	4.69
6	Suelo natural + 5% de cenizas de carbón vegetal		7.44
7	Suelo natural +10% de cenizas de carbón vegetal		8.66
8	Suelo natural + 15% de cenizas de carbón vegetal		8.78

Fuente. Elaboración propia

Interpretando la tabla N°12, se puede apreciar que el terreno natural cuenta con un CBR al 95% de la MDS de 4.69 %, al aplicar el 5% de cenizas de carbón vegetal nos da un CBR al 95% de la MDS de 7.44 %, también al aplicar el 10% de cenizas de carbón vegetal nos da un CBR al 95% de la MDS de 8.66 % y al aplicar el 15% de cenizas de carbón vegetal nos da un CBR al 95% de la MDS de 8.78 %. Por lo tanto al aplicar diferentes dosificaciones de cenizas de carbón vegetal, se obtuvo resultados muy óptimos, así mismo nos indica que con la incorporación del 5% de cenizas de carbón vegetal el CBR al 95% de la MDS refleja un ascenso de 2.75% , así mismo esto se vio reflejado con la aplicación del 10% de cenizas de carbón vegetal donde el CBR al 95% de la MDS refleja un ascenso de 3.97% y con la incorporación del 15% de cenizas de carbón vegetal el CBR al 95% de la MDS refleja un ascenso de 4.09%. por lo que cabe mencionar que las cenizas de carbón vegetal mejoran la máxima densidad seca, siendo la más óptima el 15% de cenizas de carbón vegetal, tal como se muestra en la Figura 21.

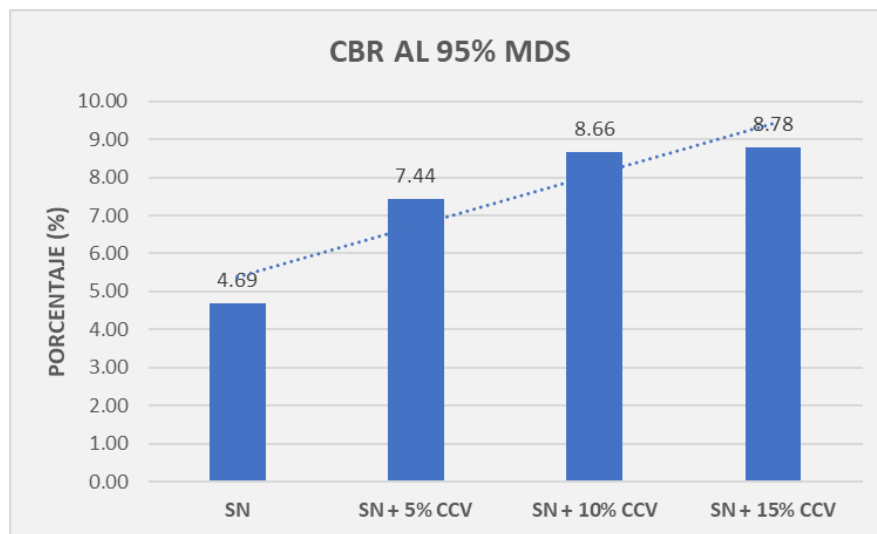


Figura21. Gráfico de CBR al 95% de la MDS

Fuente. Elaboración propia

CBR al 100% de la MDS

Tabla 13. CBR al 100% de la MDS con y sin incorporación de CCV.

Ítem	Descripción	Ubicación	CBR al 100% de la MDS
1	Suelo natural C-1	Calle Cajamarca (entre Calle Piura y Calle Buenos Aires)	6.49
2	Suelo natural C-2	Calle Cajamarca (entre Calle Buenos Aires y Calle el Portillo)	6.92
3	Suelo natural C-3	Calle Cajamarca (entre Calle el Portillo y Calle Sauces)	6.28
4	Suelo natural C-4	Calle Cajamarca (entre Calle Sauces y Calle Huancayo)	6.56
Representativos			
5	Suelo natural	Promedio	6.56
6	Suelo natural + 5% de cenizas de carbón vegetal		10.41
7	Suelo natural +10% de cenizas de carbón vegetal		12.11
8	Suelo natural + 15% de cenizas de carbón vegetal		12.28

Fuente. Elaboración propia

Segun lo mencionado en la tabla N°13, se puede apreciar que el terreno natural cuenta con un CBR al 100% de la MDS de 6.56 %, al aplicar el 5% de cenizas de carbón vegetal nos da un CBR al 100% de la MDS de 10.41 %, también al aplicar el 10% de cenizas de carbón vegetal nos da un CBR al 100% de la MDS de 12.11 % y al aplicar el 15% de cenizas de carbón vegetal nos da un CBR al 100% de la MDS de 12.28 %. Por lo tanto al aplicar diferentes dosificaciones de cenizas de carbón vegetal, se obtuvo resultados muy óptimos, así mismo nos indica que con la incorporación del 5% de cenizas de carbón vegetal el CBR al 100% de la MDS refleja un ascenso de 3.85% , así mismo esto se vio reflejado con la aplicación del 10% de cenizas de carbón vegetal donde el CBR al 100% de la MDS refleja un ascenso de 5.55% y con la incorporación del 15% de cenizas de carbón vegetal el CBR al 100% de la MDS refleja un ascenso de 5.72%. por lo que cabe mencionar que las cenizas de carbón vegetal mejoran la máxima densidad seca, siendo la más óptima el 15% de cenizas de carbón vegetal, tal como se muestra en la Figura 22.

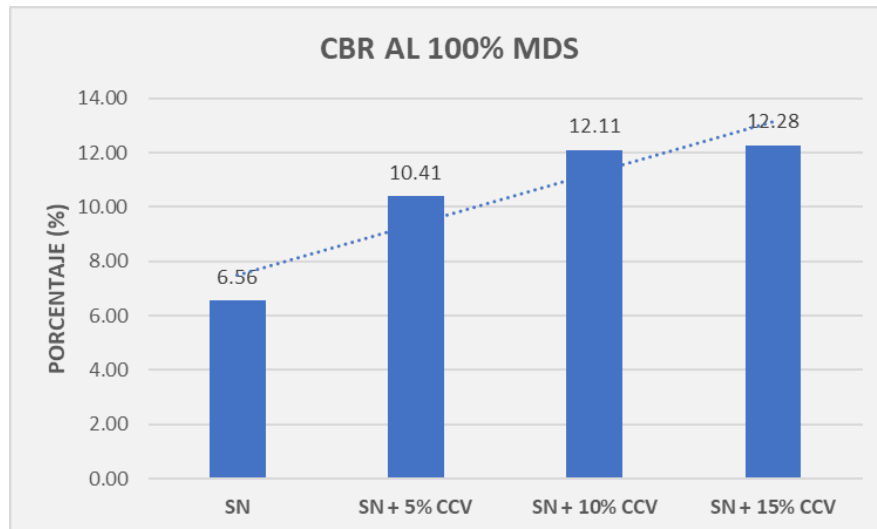


Figura 22. Gráfico de CBR al 100% de la MDS

Fuente. Elaboración propia

4.1 Contratación de hipótesis

Para el cuadro estadístico tuvimos que insertar datos del CBR, MDS e IP para obtener los siguientes resultados tal como se detalla en la figura N° 23.

La imagen muestra una ventana de Minitab con el título 'Sesión'. El texto principal dice: 'Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.' Debajo, se muestran las estadísticas descriptivas para tres variables: CBR, MDS e IP(%).

Variable	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Máximo
CBR	4.6925	0.1916	0.0367	4.08	4.4900	4.9500
MDS	1.7508	0.0323	0.0010	1.85	1.7140	1.7860
IP(%)	11.813	1.014	1.028	8.58	10.620	12.670

Figura 23. Estadística descriptiva del CBR, MDS e IP

Fuente. Elaboración propia

Para la contratación de la hipótesis tuvimos en cuenta el cuadro la tabla N° 14 en el que se detalla los valores numéricos que necesitamos.

Tabla 14. Resumen de los resultados

Ítem	Descripción	Ubicación	IP (%)	MDS	CBR 95 MDS
1	Suelo natural C-1	Calle Cajamarca (entre Calle Piura y Calle Buenos Aires)	10.62	1.768	4.64
2	Suelo natural C-2	Calle Cajamarca (entre Calle Buenos Aires y Calle el Portillo)	12.67	1.714	4.95
3	Suelo natural C-3	Calle Cajamarca (entre Calle el Portillo y Calle Sauces)	12.64	1.786	4.49
4	Suelo natural C-4	Calle Cajamarca (entre Calle Sauces y Calle Huancayo)	11.32	1.735	4.69
Media			11.813	1.7508	4.6925
Desviacion standar			1.014	0.0323	0.1916
5	Suelo natural + 5% de CCV		11.14	1.857	7.44
6	Suelo natural + 10% de CCV		10.20	1.924	8.66
7	Suelo natural + 15% de CCV		10.39	1.941	8.78

Fuente. Elaboración propia

4.2 Análisis estadístico para estabilización de suelos cohesivo:

Se evalúa si la inestabilidad del suelo cohesivo es afectada por el factor ceniza.

Hipótesis Principal:

“Las cenizas de carbón vegetal maximizan las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en la vía afirmada”.

4.2.1 Evaluación diferencial de hipótesis planteadas:

Para verificar la efectividad de la ceniza evaluamos si la dosificación del aditivo en el nivel de experimentación tiene efecto en las propiedades de la variable respuesta.

a) Ubicación del punto crítico en la distribución t de Student para las siguientes condiciones:

$$gl = 4 - 1 = 3$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{0.95} = 2.350$$

Esquema de prueba para CBR:

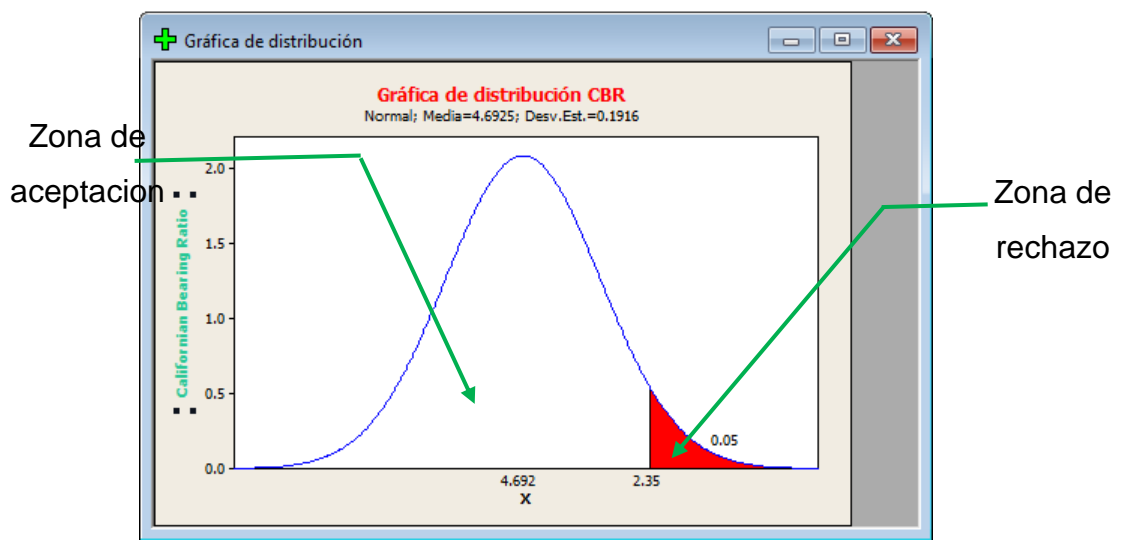


Figura 24. Grafica de distribución para CBR

Fuente. Elaboración propia

Esquema de prueba para MDS:

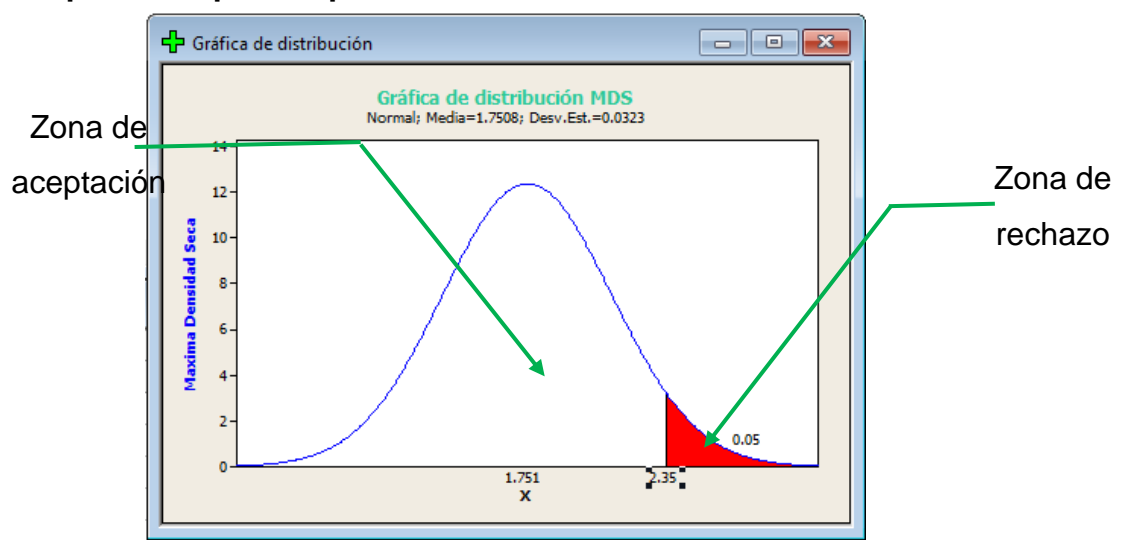


Figura 25. Grafica de distribución para la MDS

Fuente. Elaboración propia

Esquema de prueba para IP (%):

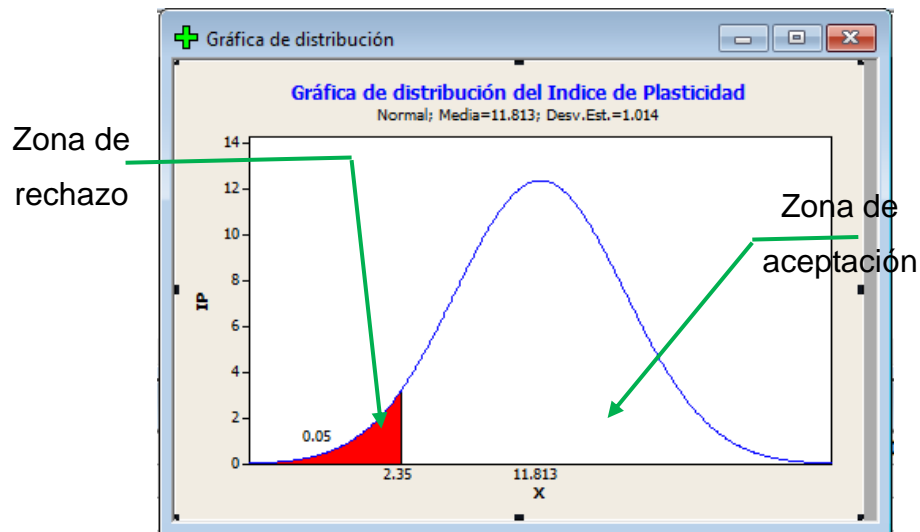


Figura 26. Gráfica de distribución para el IP

Fuente. Elaboración propia

Hipótesis Secundario 1

La hipótesis preliminar planteado en la matriz de consistencia es:

“Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal produce una mejor performance del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Formulación de hipótesis para el CBR:

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal NO produce una mejor performance del CBR del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} > \mu$: “Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal produce una mejor performance del CBR del suelo cohesivo en una vía afirmada”.

Formulación de hipótesis para la MDS:

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal NO produce una mejor performance de la máxima densidad seca del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} > \mu$: “Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal produce una mejor performance de la máxima densidad seca del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Formulación de hipótesis para el IP (%):

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal NO reduce el índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} < \mu$: “Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal reduce el índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Evaluamos la efectividad de la ceniza para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba con 5% de CCV:

CBR:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{7.44 - 4.69}{\frac{0.1916}{\sqrt{4}}} = 28.71$$

MDS:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{1.857 - 1.7508}{\frac{0.0323}{\sqrt{4}}} = 6.58$$

IP:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{11.14 - 11.813}{\frac{1.014}{\sqrt{4}}} = -1.33$$

Decisión y Conclusión:

Los estadísticos $t = 28.71$, $t = 6.58$, y $t = -1.33$ respecto a la mejora del CBR, MDS e IP se encuentran en la región de rechazo el cual indica que se

debe rechazar las tres hipótesis nulas (H_0) y aceptar las hipótesis alternas (H_1), donde se observa que tienen la misma tendencia.

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5% con el 5% de adición ceniza de carbón vegetal en el suelo cohesivo se mejora la inestabilidad.

Hipótesis Secundario 2

La hipótesis preliminar planteado en la matriz de consistencia es:

“Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal aumenta el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Formulación de hipótesis para el CBR:

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal NO aumenta el rendimiento del CBR del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} > \mu$: “Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal aumenta el rendimiento del CBR del suelo cohesivo en una vía afirmada”.

Formulación de hipótesis para la MDS:

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal NO aumenta el rendimiento de la máxima densidad seca del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} > \mu$: “Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal aumenta el rendimiento de la máxima densidad seca del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Formulación de hipótesis para el IP (%):

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal NO reduce el índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} < \mu$: “Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal reduce el índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Evaluamos la efectividad de la ceniza para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba con 10% de CCV:

CBR:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{8.66 - 4.69}{\frac{0.1916}{\sqrt{4}}} = 41.44$$

MDS:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{1.924 - 1.7508}{\frac{0.0323}{\sqrt{4}}} = 10.72$$

IP:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{10.20 - 11.813}{\frac{1.014}{\sqrt{4}}} = -3.18$$

Decisión y Conclusión:

Los estadísticos $t = 41.44$, $t = 10.72$, y $t = -3.18$ respecto a la mejora de la máxima densidad seca caen en la región de rechazo por el cual se debe rechazar las tres hipótesis nulas (H_0) y aceptar las hipótesis alternas (H_1), donde se observa que tienen la misma tendencia.

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5% con el 10% de adición de ceniza en el suelo cohesivo se mejora la máxima densidad seca.

Hipótesis Secundario 3

La hipótesis preliminar planteado en la matriz de consistencia es:

“Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal incrementa el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Formulación de hipótesis para el CBR:

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal NO incrementa el rendimiento del CBR del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} > \mu$: “Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal incrementa el rendimiento del CBR del suelo cohesivo en una vía afirmada”.

Formulación de hipótesis para la MDS:

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal NO incrementa el rendimiento de la máxima densidad seca del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} > \mu$: “Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal incrementa el rendimiento la máxima densidad seca del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Formulación de hipótesis para el IP (%):

$H_0: \bar{X} = \mu$: “Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal NO reduce el índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

$H_1: \bar{X} < \mu$: “Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal reduce el índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada”

Evaluamos la efectividad de la ceniza para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba con 15% de CCV:

CBR:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{8.78 - 4.69}{\frac{0.1916}{\sqrt{4}}} = 42.69$$

MDS:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{1.941 - 1.7508}{\frac{0.0323}{\sqrt{4}}} = 11.77$$

IP:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad t = \frac{10.39 - 11.813}{\frac{1.014}{\sqrt{4}}} = -2.81$$

Decisión y Conclusión:

Los estadísticos $t = 42.69$, $t = 11.77$, y $t = -2.81$ respecto a la mejora de la máxima densidad seca caen en la región de rechazo por el cual se debe rechazar las tres hipótesis nulas (H_0) y aceptar las hipótesis alternas (H_1), donde se observa que tienen la misma tendencia.

Con esto concluimos que para un nivel de significancia de 5% con la adición del 15% de ceniza en el suelo cohesivo se mejora la máxima densidad seca.

V. DISCUSIÓN

Discusión general

De acuerdo a los resultados del presente proyecto en las discusiones específicas se determinó que la adición de cenizas de carbón vegetal si influye sobre la estabilización de suelos cohesivos en la Calle Cajamarca, debido a que se incrementaron los valores de CBR, MDS y se redujeron los valores IP, donde resaltó la aplicación de 15% de cenizas de carbón vegetal que logró incrementar la capacidad de soporte al 95% de la MDS de 4.69% a 8.78%, asimismo se logró incrementar la MDS de 1.751 Kg/m³ a 1.941 Kg/m³ y reducir la plasticidad de 11.81% a 10.39%.

De acuerdo a lo establecido por el Manual de Carreteras en la sección de suelos pavimentos, el suelo natural se categoriza como una subrasante “Pobre”, ya que el CBR en el suelo natural se encuentra en un rango de 3 a 6, sin embargo, con la incorporación de 5%, 10% y 15% de cenizas de carbón vegetal esta se modifica a una subrasante “Regular”, tal como se muestra en la Figura 27.

Cuadro 4.10
Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	De CBR ≥ 30%

Figura 27. Categorías de subrasante

Fuente. Manual de Carreteras en la sección de suelos pavimentos

Discusión específico 1:

En la investigación de López (2011), quien adicionó cenizas de cascara de arroz para estabilizar suelos arcillosos para mejorar la subrasante en la localidad de Moyobamba- Departamento de Junín, obtuvo un valor de CBR al 95% de la MDS de 3.96%, mientras que con la adición de 5% de cenizas de cascara de arroz el CBR al 95% de la MDS arrojó un valor de 6.9%, asimismo con la adición de 10% de cenizas de cascara de arroz el CBR al 95% de la MDS arrojó un valor de 9.60% también cabe precisar que con la adición del 15% de cenizas de cascara de arroz el CBR al 95% de la MDS arrojó un valor de 10.5%, teniendo el 15% de cenizas de cascara de arroz como punto óptimo .

Asimismo, en la investigación de Terrones (2019) quien adicionó cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de la subrasante en el sector Barraza en Trujillo, en las calicatas 1,3 y 5 obtuvo un valor de CBR al 95% de la MDS de 1.888%, 1.843%, 1.739% respectivamente, mientras que con las adiciones de 15% de CBCA en las calicatas 1,3 y 5 obtuvo valores de CBR al 95% de la MDS de 22.50%, 22.40% y 21.90% respectivamente.

En la investigación de Cristóbal & Quinte (2022) quienes adicionaron cenizas de eucalipto para estabilizar la subrasante en el paraje turístico Piedra Parada en Concepción, en las calicatas 1,2 y 3 los resultados de CBR al 95% de la MDS fueron de 3.23%, 3.51%, 3.48% respectivamente, mientras que con las adiciones de 10% de CE el CBR al 95% de la MDS se incrementaron hasta 15.67%, 16.01% y 16.82%.

Estos valores son referentes a los de estos proyectos de investigación, ya que los resultados obtenidos mediante el ensayo de CBR al 95% de la MDS se pudo determinar que las cenizas de carbón vegetal sí influyen y maximizan las propiedades mecánicas sobre el CBR del suelo cohesivo, debido a que el CBR al 95% de la MDS en la calicata 1, 2, 3 Y 4 muestran valores de 4.64%, 4.95%, 4.49% y 4.39%. y utilizando la muestra de la calicata 3 con la adición de cenizas de carbón vegetal en 5%, 10% y 15% el CBR al 95% de la MDS muestran valores de 7.44%, 8.66% y 8.78% respectivamente.

Los suelos adicionados con 5%, 10% y 15% de cenizas de carbón vegetal son viables para la estabilización de subrasantes.

Discusión específico 2:

En la investigación de López (2011), quien adicionó cenizas de cascara de arroz para estabilizar suelos arcillosos para mejorar la subrasante en la localidad de Moyobamba- Departamento de Junín, obtuvo que para el suelo natural con un OCH de 19% llega a la MDS de 1.715 Kg/m³, mientras que con la adición de 5% CCA utilizando un OCH de 21.72% llega a la MDS de 1.619 Kg/m³, asimismo con la adición de 10% CCA utilizando un OCH de 24.25% llega a la MDS de 1.544 Kg/m³ también cabe precisar que con las adición de 15% CCA utilizando un OCH de 27.50% llega a la MDS de 1.494 Kg/m³.

Asimismo en la investigación de Terrones (2019), quien adiciono cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de la subrasante en el sector Barraza en Trujillo, En la calicatas 1 utilizando un OCH de 11.05% llega a la MDS de 1.987 Kg/m³,asimismo en la calicata 3 utilizando un OCH de 12.60% llega a la MDS de 1.940 Kg/m³ y en la calicata 5 utilizando un OCH de 14.18% llega a la MDS de 1.83 Kg/m³ , mientras que en la calicata 1, 3 y 5 con la adición de 5% CBC utilizando un OCH de 12.20%, 13.80%, 15.00% llegan a la MDS de 2.072 Kg/m³, 2.029 Kg/m³ y 2.001 Kg/m³,simismo con la adición de 10% CBC utilizando un OCH de 12.60%, 14.10% y 16.30% llegan a la MDS de 2.086 Kg/m³, 2.061 Kg/m³ y 2.030 Kg/m³, también cabe precisar que con las adición de 15% CBC utilizando un OCH de 13.6%, 15.70% y 15.60% llegan a la MDS de 2.091 Kg/m³, 2.088 Kg/m³ y 2.034 Kg/m³

En la investigación de Cristóbal & Quinte (2022), quienes adicionaron cenizas de eucalipto para estabilizar la subrasante en el paraje turístico Piedra Parada en Concepción, obtuvo que para el suelo natural en la calicata 1 se usa un OCH de 10.39% para llegar a la MDS de 1.826 Kg/m³, asimismo en la calicata 2 se usa un OCH de 11.50% para llegar a la MDS de 1.808 Kg/m³ , también cabe precisar que en la calicata 3 se usa un OCH de 9.68% para llegar a la MDS de 1.838 Kg/m³,mientras que con la adición de 5% CE en la calicata 1, 2 y 3 se usó un OCH de 9.80%, 9.67% y 10.20% para llegar a la MDS de 1.854 Kg/m³, 1.840 Kg/m³ y

1.848 Kg/m³,asimismo con la adición de 10% CE en la calicata 1, 2 y 3 se usó un OCH de 10.24 %, 11.22 % y 9.61% para llegar a la MDS de 2.006 Kg/m³, 1.997 Kg/m³ y 2.013 Kg/m³,también cabe precisar que con la adición de 15% CE en la calicata 1, 2 y 3 se usó un OCH de 11.39 %, 10.68 % y 11.38 % para llegar a la MDS de 1.951 Kg/m³, 1.955 Kg/m³ y 1.907 Kg/m³.

Estos valores son referentes a los de este proyecto de investigación, ya que los resultados obtenidos mediante el ensayo de Proctor pudo determinar que las cenizas de carbón vegetal si influyen en las propiedades mecánicas sobre la MDS y OCH del suelo cohesivo, debido a que la MDS en la calicata 1, 2, 3 Y 4 muestran valores de 1.768 Kg/m³, 1.714 Kg/m³, 1.786 Kg/m³ y 1.735 Kg/m³. Y la muestra de la calicata 3 con la adición de cenizas de carbón vegetal en 5%, 10% y 15% los resultados de la MDS muestran valores de 1.857 Kg/m³, 1.924 Kg/m³ y 1.941 Kg/m³ respectivamente.

Los suelos adicionados con 5%, 10% y 15% de cenizas de carbón vegetal son viables para la estabilización de subrasantes.

Discusión específico 3

En la investigación de López (2011), quien adicionó cenizas de cascara de arroz para estabilizar suelos arcillosos para mejorar la subrasante en la localidad de Moyobamba- Departamento de Junín, obtuvo que en el suelo natural arrojó un IP de 23.84%, mientras que con la adición de 5% de cenizas de cascara de arroz el IP arrojó un valor de 26.45%, asimismo con la adición de 10% de cenizas de cascara de arroz el IP arrojó un valor de 26.73%, también cabe precisar que con la adición de 15% de cenizas de cascara de arroz el IP arrojó un valor de 26.75%.

Asimismo, en la investigación de Terrones (2019), quien adiciono cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de la subrasante en el sector Barraza en Trujillo, en la calicata 1 se obtuvo valores de IP de 13.27% y 9.54%, en la calicata 2 se obtuvo valores de IP de 12.82% y 8.23%, en la calicata 3 se obtuvo valores de IP de 16.89% y 14.11%, en la calicata 4 se obtuvo valores de IP de 26.32% y 9.03% y en la calicata 5 se obtuvo valores de IP de 9.34% y 13.25%.

En la investigación de Cristóbal & Quinte (2022), quienes adicionaron cenizas de eucalipto para estabilizar la subrasante en el paraje turístico Piedra Parada en

Concepción, En las calicatas 1,2 y 3 los resultados de IP fueron de 15.88%, 15.19%, 15.44% respectivamente, mientras que con las adiciones de 5%, 10% y 15% de CE en la calicata 1 el IP arrojaron valores de 12.46%, 7.15% y 5.32% respectivamente, asimismo con las adiciones de 5%, 10% y 15% de CE en la calicata 2 el IP arrojaron valores de 12.13%, 7.05% y 5.11%, respectivamente, también cabe precisar que con las adiciones de 5%, 10% y 15% de CE en la calicata 3 el IP arrojaron valores de 12.80%, 6.56% y 4.93% respectivamente.

Estos valores son referentes a los de este proyecto de investigación, ya que los resultados obtenidos mediante el ensayo de Limite Líquido y Limite Plástico nos da como resultado el IP en donde se pudo determinar que las cenizas de carbón vegetal si influyen de manera satisfactoria las propiedades mecánicas sobre el IP del suelo cohesivo, debido a que el IP en la calicata 1, 2, 3 Y 4 muestran valores de 10.62%, 12.67%, 12.64% y 11.32%, y la muestra 3 con la adición de cenizas de carbón vegetal en 5%, 10% y 15% el IP muestran valores de 11.14%, 10.20% y 11.32% respectivamente.

Los suelos adicionados con 5%, 10% y 15% de cenizas de carbón vegetal son viables para la estabilización de subrasantes.

VI. CONCLUSIONES

Dando respuesta al objetivo principal, se determinó que al adicionar cenizas de carbón vegetal a los suelos cohesivos esta influye sobre la estabilización de la subrasante en la Calle Cajamarca, debido a que se maximizan las propiedades mecánicas tales como el CBR y la MDS, también maximiza la propiedad mecánica del IP ya que estas se reducen.

Como respuesta al objetivo específico 1, se determinó que el CBR al 95% de la MDS del suelo natural resulto 4.69%, la MDS fue de 1.751 Kg/m³, el IP arrojó un valor de 11.81% lo cual estos valores cambiaron con la adición de 5% de CCV la cual determinó que el CBR al 95% de la MDS resulta 7.44%, la MDS fue de 1.857 Kg/m³ y el IP arrojó un valor de 11.14%.

Como respuesta al objetivo específico 2, se determinó que el CBR al 95% de la MDS del suelo natural resulto 4.69%, la MDS fue de 1.751 Kg/m³, el IP arrojó un valor de 11.81% lo cual estos valores cambiaron con la adición de 10% de CCV la cual determinó que el CBR al 95% de la MDS resulta 8.66%, la MDS fue de 1.924 Kg/m³ y el IP arrojó un valor de 10.20%.

Como respuesta al objetivo específico 3, se determinó que el CBR al 95% de la MDS del suelo natural resulto 4.69%, la MDS fue de 1.751 Kg/m³, el IP arrojó un valor de 11.81% lo cual estos valores cambiaron con la adición de 15% de CCV la cual determinó que el CBR al 95% de la MDS resulta 8.78%, la MDS fue de 1.941 Kg/m³ y el IP arrojó un valor de 10.39%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las futuras investigaciones ampliar el conocimiento mediante porcentajes de cenizas de carbón vegetal para la estabilización de suelos cohesivos.
2. Para la aplicación de los resultados de este proyecto es recomendable usar el 15% de cenizas de carbón vegetal ya que esta proporción nos brindan los datos más óptimos.
3. Sugiero que, al realizar las combinaciones del suelo cohesivo y cenizas de carbón vegetal, tener cuidado para que estos no presenten materiales ajenos que puedan contaminar el insumo.
4. Se alienta a las entidades publicas usar los resultados del estudio de suelos realizados para futuros proyectos viales en la Calle Cajamarca.
5. Se recomienda a todas las empresas constructoras que implemente el uso de cenizas de carbón vegetal como material estabilizante en suelos cohesivos
6. Se aconseja al Ministerio de Transportes y Comunicaciones tener en cuenta el uso de cenizas de carbón vegetal como estabilizante en suelos cohesivos, asimismo invertir para obtener conocimientos más amplios.

REFERENCIAS

Libros

ÑAUPAS, Humberto [et al.]. Metodología de la Investigación Científica. Lima: Ediciones de la U, 2013. 537 p. ISBN: 978-958-762-188-4

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para la elaboración de proyectos de Investigación Científica. Lima: Editorial San Marcos, 2002. 495 p. ISBN: 978-612-302-878-7.

PINO, Raúl. Metodología de la Investigación. Lima: Editorial San Marcos, 2007. 516 p. ISBN: 978-9972-38-281-9.

RUIZE Bolívar, Carlos. Instrumentos y técnicas de investigación educativa [en línea]. Houston, Texas - USA: DANAGA Training and Consulting, 2013 [fecha de consulta: 29 de junio de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3Rb3WwT> .

MANUAL DE CARRETERAS – Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 [Fecha de consulta: junio de 2013]. Disponible en: <https://bit.ly/3IcivvS> .

MANUAL DE CARRETERAS – Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos-Sección Suelos y Pavimentos [Fecha de consulta: 2013]. Disponible en: <https://bit.ly/3R9uWfW> .

MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES [Fecha de consulta: Mayo del 2016]. Disponible en: <https://bit.ly/3yE7Pmt>.

NORMA CE.020 [Fecha de consulta: Junio del 2016]. Disponible en: <https://bit.ly/3yDeq0p>.

Espinace Raúl & Plaza Carola. Texto guía para la cátedra de mecánica de suelos [en línea]. Santiago de Chile [fecha de consulta: 24 de agosto de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3pEYk1g> .

Artículos científicos

OKAGBUE, C., "Stabilization of clay using woodash" Journal of materials in Civil Engineering., [en línea]. July 2005, Vol 19. [Fecha de consulta: 05 de junio de 2022]. Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2007\)19:1\(14\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2007)19:1(14))

Trabajos de titulación

LOPEZ, Junior. “Estabilización de suelos arcillosos aplicando cenizas de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante en la localidad de Moyobamba-Departamento de San Martín”. Tesis (Ingeniería Civil). Lima- Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021. Disponible en <https://bit.ly/3xWTIHF>

TERRONES, Andrea. “Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018”. Tesis (Ingeniería Civil). Trujillo - Perú: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en <https://bit.ly/3y2IceS>.

CRISTOBAL, Fiorella & QUINTE, Mónica. “Estabilización de subrasante con cenizas de eucalipto, paraje turístico Piedra parada, Concepción, Junín 2021” Tesis (Ingeniería Civil). Huancayo-Perú: Universidad Continental, 2022. Disponible en <https://bit.ly/3OGCQM3>

PEREZ, Ruth & CAÑAR Edwin. “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”. Tesis (Ingeniería Civil). Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2017. Disponible en <https://bit.ly/3Qpg1hv>

PARRA, Manuel. “Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante”. Tesis (Ingeniería Civil). Bogotá - Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2018. Disponible en <https://bit.ly/3HxNfai>

LOPEZ José & ORTIZ Grely. “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la Urbanización San Luis de la ciudad de Abancay”. Tesis (Ingeniería Civil). Abancay – Perú : Universidad Tecnológica de Los Andes, 2011. Disponible en <https://bit.ly/3de0GRN>

ANGULO Mariselda & ZABALETA Cintia. “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, distrito San Juan – Maynas – Iquitos, 2019”. Tesis (Ingeniería Civil). Iquitos – Perú : Universidad Científica del Perú, 2020. Disponible en <https://bit.ly/3dgkF1W>

RUANO Denis. “Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva”. Tesis (Ingeniería Civil). San Carlos – Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2012. Disponible en <https://bit.ly/3Sxj9c8>

ABELLO Cristian et al. “Formulación de criterios de estabilización de taludes compuestos por cenizas volcánicas mediante el tratamiento químico de los suelos”. Tesis (Ingeniería Civil). Pereyra, Risaralda – Colombia: Universidad Libre Seccional Pereyra, 2014. Disponible en <https://bit.ly/3p2fp4S>

MIRANDA Juan & NEGRETE David. “Estabilización de suelos cohesivos con el uso de cloruro de calcio”. Tesis (Ingeniería Civil). Quito – Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2011. Disponible en <https://bit.ly/3bx1oct>

Revistas

CORRAL. Yadira., validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. Revista ciencias de la educación, Dialnet [en línea]. 2009, n.º 33. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2022]. Disponible en <https://bit.ly/3OSulxu>

Normas

Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC). NTP Manual de Ensayo de materiales. Lima: INN, 2016. 1272 pp

Blogs

CIPSA. Comentario en “Diferencia entre suelos cohesivos y granulares”, escrito el 9 de marzo de 2021, <https://bit.ly/3OyhwZ0> [Consulta: 22 junio 2022].

Ashes to Life. Comentario en “Ingredientes cosméticos vegetales”, escrito el 19 de febrero de 2019, <https://bit.ly/3biy1Kf> [Consulta: 22 junio 2022].

Mamani. Comentario en “Tipos de instrumentos de recolección de datos”, escrito el 15 de abril de 2011, <https://binged.it/3w9VPb4> [Consulta: 13 mayo 2022].

Callejeros de Perú. Comentario en “Calle Cajamarca, Lurigancho Carapongo”, escrito el 24 de setiembre de 2022, <https://bit.ly/3wsifUO> [Consulta: 24 agosto 2022].

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

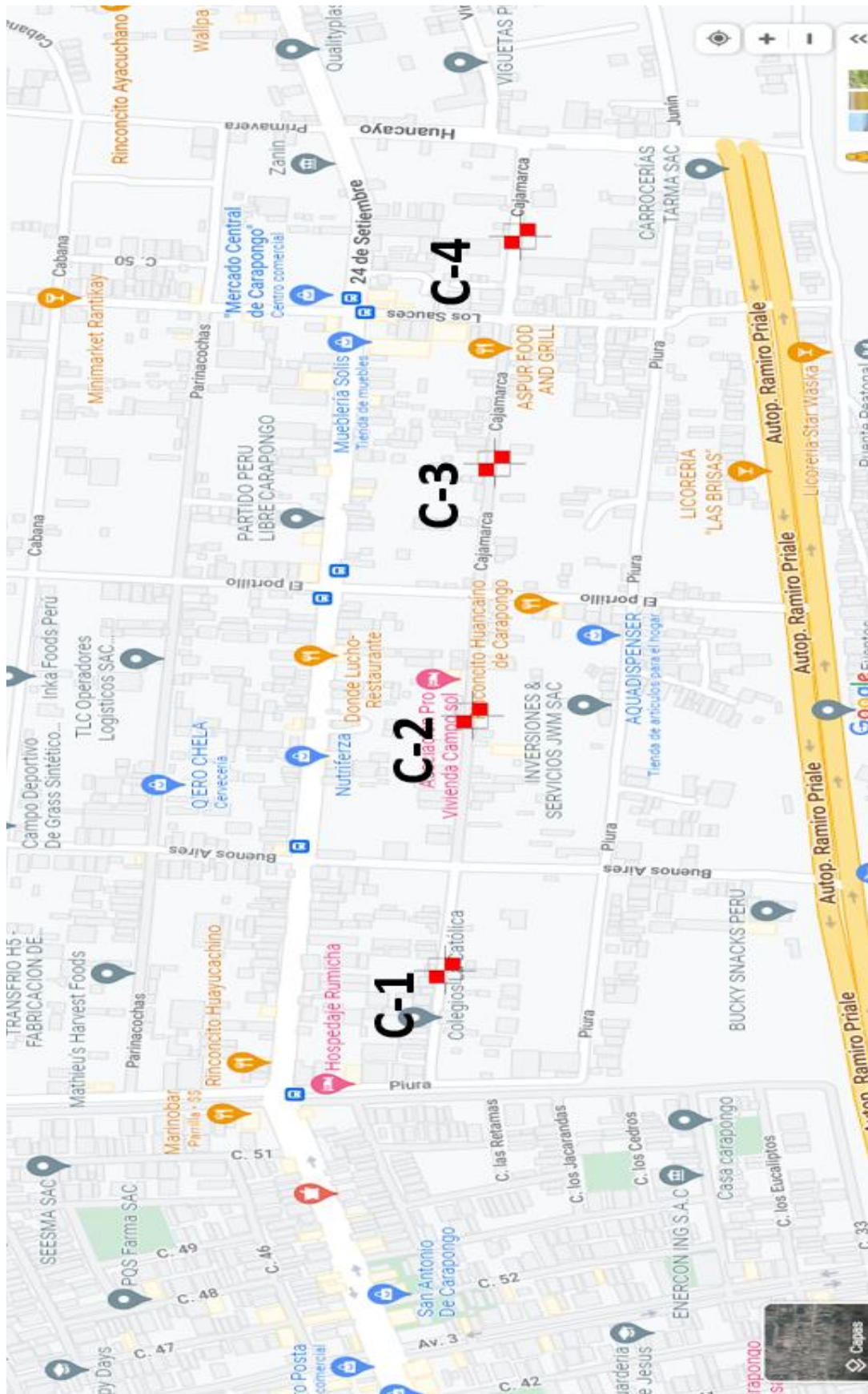
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
<p>VI: Cenizas de carbón Vegetal</p>	<p>Este producto se genera a partir de la carbonización de las plantas, producido por la quema de los residuos vegetales o madera en el rango de 400 a 700 °C, sin insuflar aire, el cual produce un carbón sólido con baja densidad, y alta porosidad, y con un nivel de carbono de 98%, utilizado para este caso en la estabilización de suelos cohesivos, Ashes to Life (2019)</p>	<p>Se empleó adiciones de 5%, 15% y 30% de cenizas de carbón vegetal para obtener las características mecánicas y sus efectos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso (kg/m³) 	Razón
<p>VD: Propiedades mecánicas de estabilidad</p>	<p>Para maximizar las propiedades mecánicas de los suelos cohesivos se debe tener en cuenta que el material debe tener deformaciones excesivas la cual genera la incapacidad de carga poniendo en riesgo bienes materiales y ambientales. Norma ce.020 estabilización de suelos y taludes (2016)</p>	<p>Para el presente proyecto de investigación la variable de las propiedades mecánicas de estabilización en la subrasante se midió a través de las dimensiones obtenidas mediante ensayos de laboratorio de mecánica de suelos tales como el CBR, MDS, OCH e IP.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CBR • Máxima Densidad Seca • Optimo contenido de Humedad • Índice de plasticidad 	<ul style="list-style-type: none"> • (Kg/m³) • Porcentaje 	Razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

“Cenizas de carbón vegetal para maximizar las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cómo las cenizas de carbón vegetal podrían maximizar las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada?</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL Maximizar las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada utilizando cenizas de carbón vegetal</p>	<p>HIPÓTESIS PRINCIPAL Las cenizas de carbón vegetal maximizan las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en la vía afirmada</p>	<p>VI: Cenizas de carbón vegetal</p>			<p>• MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico hipotético deductivo</p> <p>• DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental Ge1 (A): $Y1 \rightarrow X1 \rightarrow Y2$ Ge2 (A): $Y3 \rightarrow X2 \rightarrow Y4$ Ge1 Observación con RI Ge2 Observación con RM</p> <p>• TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>• NIVEL DE INVESTIGACIÓN correlacional-explicativo</p> <p>• POBLACIÓN Suelo de la vía</p> <p>• MUESTRA Tramo de la vía</p> <p>• TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS: Fuentes primarias: Observación Fuentes secundarias: Textos, tesis, formatos de control, fichas.</p> <p>• TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: A través de software de simulación y análisis</p>
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1 ¿Con una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal se produciría una mejor performance del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1 Producir una mejor performance del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada mediante una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal.</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº 1 Una proporción de 5% de ceniza de carbón vegetal produce una mejor performance del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad (%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso (kg/m³) 	
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2 ¿Con una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal se aumentaría el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2 Aumentar el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada a través de una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal.</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº 2 Una proporción de 10% de ceniza de carbón vegetal aumenta el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada</p>	<p>VD: Propiedades mecánicas de estabilidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CBR • Máxima Densidad Seca • Optimo contenido de Humedad • Índice de plasticidad 	<ul style="list-style-type: none"> • (Kg/m³) • Porcentaje 	
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3 ¿Con una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal se incrementaría el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3 Incrementar el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en la vía afirmada por medio de una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal.</p>	<p>HIPÓTESIS SECUNDARIO Nº 3 Una proporción de 15% de ceniza de carbón vegetal incrementa el rendimiento del CBR, Proctor modificado e Índice de plasticidad del suelo cohesivo en una vía afirmada</p>				

Anexo 3. Ubicación de calicatas.



Anexo 4. Validación de instrumentos de investigación

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Facultad de Ingeniería Civil**

VALIDACION POR EXPERTOS

"Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022"

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombre : **PAREDES VENTURA PABLO**
- Título Profesional : **INGENIERO CIVIL**
- N° de registro CIP : **43127**

Parte B: Validación

Ítem	CRITERIOS A EVALUAR					OBSERVACIONES (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Claridad en la Redacción	Coherencia Interna	Inducción a la respuesta (Sesgo)	Lenguaje adecuado con el nivel del informante	Mide lo que pretende	
1	Nulo					
2	Suficiente					
3	Bien					
4	Excelente	X	X	X	X	X
Puntaje		4	4	4	4	4
Aspectos Generales				Marcar SI (X)	Marcar NO (X)	*****
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario				X		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación				X		
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial				X		
El número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.				X		
APLICABLE		X	VALIDEZ		NO APLICABLE	()

Comentario:

Pablo Paredes Ventura
ING. CIVIL
N°CIP. 43127

Lima, 20 de Junio del 2022

Firma y Sello

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 Facultad de Ingeniería Civil

VALIDACION POR EXPERTOS

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022


Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombre : *Jame Zosimo Chagua Cierdo*
- Título Profesional : *Ingeniero civil*
- N° de registro CIP : *228314*

Parte B: Validación

Ítem	CRITERIOS A EVALUAR					OBSERVACIONES (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)
	Claridad en la Redacción	Coherencia Interna	Inducción a la respuesta (Sesgo)	Lenguaje adecuado con el nivel del informante	Mide lo que pretende	
1	Nulo					
2	Suficiente					
3	Bien		x			
4	Excelente	x	x	x	x	
Puntaje		4	4	3	4	4
Aspectos Generales				Marcar SI (X)	Marcar NO (X)	*****
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario				x		
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación				x		
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial				x		
EL número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.				x		
VALIDEZ						
APLICABLE		(x)	NO APLICABLE		()	

Comentario:


 JAME ZOSIMO CHAGUA CIERTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 228314

Lima, 20 de Junio del 2022

Firma y Sello

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 Facultad de Ingeniería Civil

VALIDACION POR EXPERTOS

"Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022"

Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombre : *Lazareta Aquino Arino Agustín*
- Título Profesional : *Ing. civil*
- N° de registro CIP : *150917*

Parte B: Validación

Item	CRITERIOS A EVALUAR					OBSERVACIONES (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indique)	
	Claridad en la Redacción	Coherencia Interna	Inducción a la respuesta (Sesgo)	Lenguaje adecuado con el nivel del informante	Mide lo que pretende		
1	Nulo						
2	Suficiente						
3	Bien						
4	Excelente	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	<i>X</i>	
Puntaje					<i>f</i>	<i>f</i>	<i>20</i>
Aspectos Generales				Marcar SI (X)	Marcar NO (X)	*****	
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario				<i>X</i>			
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación				<i>X</i>			
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial				<i>X</i>			
EL número de ítems es suficiente para recoger la información. En caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir.				<i>X</i>			
VALIDEZ							
APLICABLE			<i>(X)</i>	NO APLICABLE			<i>()</i>

Comentario:



Lima, 20 de Junio del 2022

Firma y Sello

C-1

CALLE CAJAMARCA
(ENTRE CALLE PIURA
Y CALLE BUENOS
AIRES)



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. COPAF 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

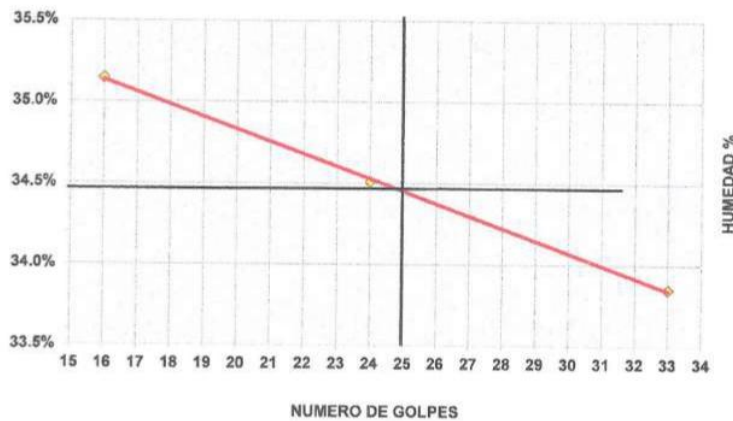
UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

CALICATA CALICATA 01

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD PROFESIONAL UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Nº de Golpes	Cápsula Nº	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum,	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
33	010	22.45	60.45	50.84	9.61	28.39	33.85%
24	004	21.10	53.53	45.21	8.32	24.11	34.51%
16	008	20.42	65.41	53.71	11.70	33.29	35.15%
L.P.	006	11.14	40.26	34.71	5.55	23.57	23.55%
L.P.	001	11.42	44.41	37.99	6.42	26.57	24.16%



$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

W_n = Contenido de humedad a numero de golpes

N = Nº de golpes

$$IP = LL - LP$$

LL = Limite liquido

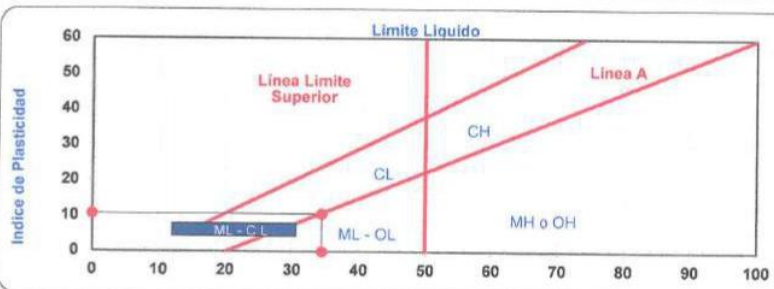
LP = Limite plástico

Ic = Indice de Consistencia

$$LL = 34.47\%$$

$$LP = 23.85\%$$

$$IP = 10.62\%$$



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM D 421

MTC E 107

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

CALICATA CALICATA 01

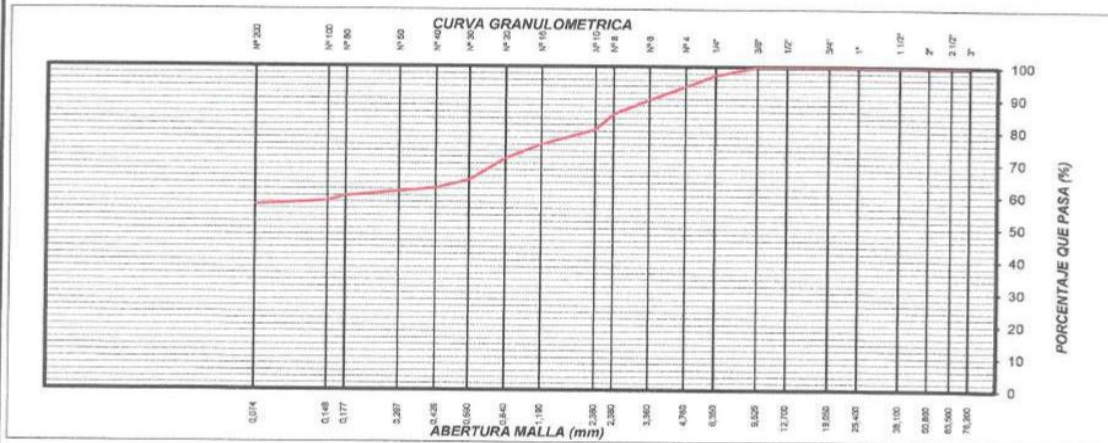
FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA


MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO				DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Peso Retenidos	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.	
3"	76.200	0.00	0.00	100	Bolonería > 3"	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00	Grava 3" - Nº 4 :	6.05
2"	50.800	0.00	0.00	100.00	Arena Nº4 - Nº 200 :	36.80
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	Finos < Nº 200 :	57.15
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	Fraccion (SUMA Nº8-Nº200)	2806.87
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00	Cu (>6) =	
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	Cc (1 - 3) =	
1/4"	6.350	209.58	2.66	97.34	D60=	
Nº 4	4.760	266.25	3.38	93.95	D30=	
Nº 6	3.360	327.22	4.16	89.80	D10=	
Nº 8	2.380	350.04	4.45	85.35	DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG	
Nº 10	2.000	371.94	4.73	80.62	LIMITE LIQUIDO	34.47
Nº16	1.190	362.21	4.60	76.02	LIMITE PLASTICO	23.85
Nº 20	0.840	351.40	4.46	71.56	INDICE PLASTICIDAD	10.62
Nº 30	0.590	527.64	6.70	64.85	CLASIFICACION	
Nº 40	0.426	195.70	2.49	62.37	SUCS	AASHTO
Nº 50	0.297	81.43	1.03	61.33	CL	A-6 (5)
Nº 80	0.177	119.07	1.51	59.82	CALICATA	
Nº 100	0.149	120.21	1.53	58.29	ESTRATO	
Nº 200	0.074	89.80	1.14	57.15		
-200		4498.49	57.15	-	PROFUNDIDAD (m)	1.50

Peso Inicial: **7871.00**



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas

FIRMAS AUTORIZADAS


 WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

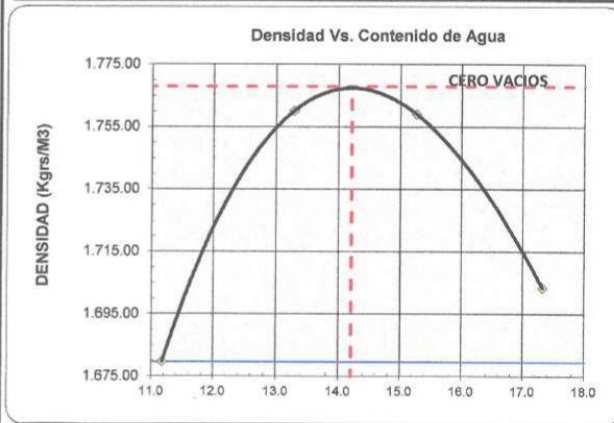
CALICATA CALICATA 01

FECHA 10-Jun

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	3006.00	10.05	15.00			2105.00
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1	Punto. 2	Punto. 3	Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%	4%	6%	8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	6.937.00	7.203.00	7.274.00	7.213.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	3.931.00	4.197.00	4.268.00	4.207.00		
4 - Recipiente N°.	001	021	014	027		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	102.02	106.45	100.07	100.64		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	496.69	491.33	467.16	489.62		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	457.02	446.21	418.55	432.18		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	39.67	45.12	48.61	57.44		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	355.00	339.76	318.48	331.54		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	11.17	13.28	15.26	17.33		
10.1 - % Humedad al horno promedio	11.17	13.28	15.26	17.33		
10.2 - % Humedad Speedy						
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.867.46	1.993.82	2.027.55	1.998.57		
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1 + 100))	1.679.75	1.760.09	1.759.07	1.703.45		



Coments : _____

Maximun Dry Density	95% Máximum Dry Density	Optimum moisture
1768	1,679.60	14.21%

Humidity Rage for 95%		
Minimum	Rango	Máximum
11.17%	6.2%	17.33%

Tipo de Ensayo **Modificado (A)** Energía compact.

Peso del Mart. (lbs) 10.0 **25.226** ft.x lb./ft.3

Altura de caída (in) 18.0 Vol. cm3: 2105.00

No. de golpes 25 Vol. ft3: 0.0743291

Mat. tamizado por #4 Fa : 0.0004751

No. de capas 5 Gs : 3.5

FIRMAS AUTORIZADAS


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



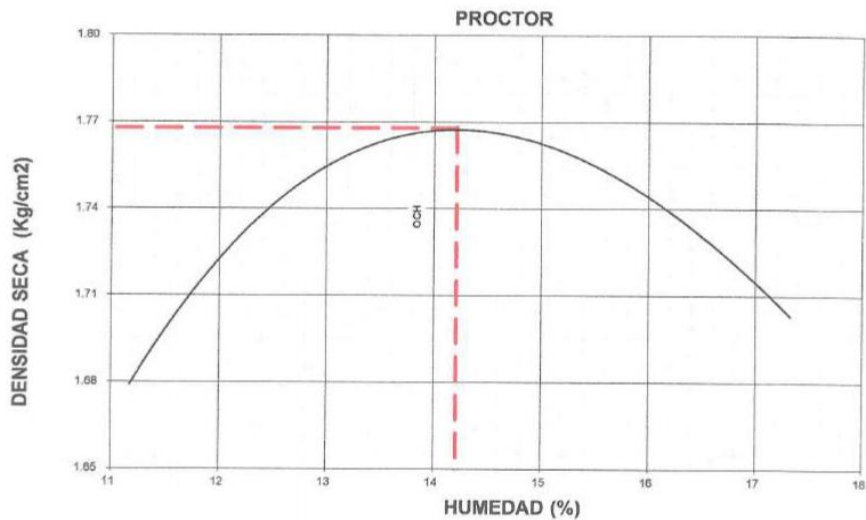
CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO	: Cemitas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022	METODO DE COMPACTACION	A
SOLICITA	: ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.768
ESTRUCTURA	: SUB RASANTE	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.21
UBICACIÓN	: CALLE CAJAMARCA	C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.49
CALICATA	: C-1 FECHA 10-Jun-22	C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.64

ENSAYO CBR

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar
Peso Molde - - suelo húmedo	9250		9195		8966	
Peso del Molde	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo	4497		4292		4202	
Volumen del suelo	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad	2.020		1.941		1.858	
% humedad	14.2%		14.2%		14.2%	
Densidad seco	1.768		1.7		1.627	
Tarro N°	54	71	41	05	18	16
Tarro - - suelo húmedo	94.15	94.73	111.89	108.50	91.71	107.54
Tarro - - suelo seco	85.56	85.62	100.29	102.77	84.05	97.29
Agua	8.59	9.11	11.6	5.73	7.66	10.25
Peso del Tarro	24.31	22.52	21.26	22.44	31.44	23.15
Peso del suelo seco	61.25	63.1	79.03	41.82	52.61	74.14
% de humedad	14.02%	14.44%	14.68%	13.70%	14.56%	13.83%
Promedio de humedad	14.23%		14.19%		14.20%	




 WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

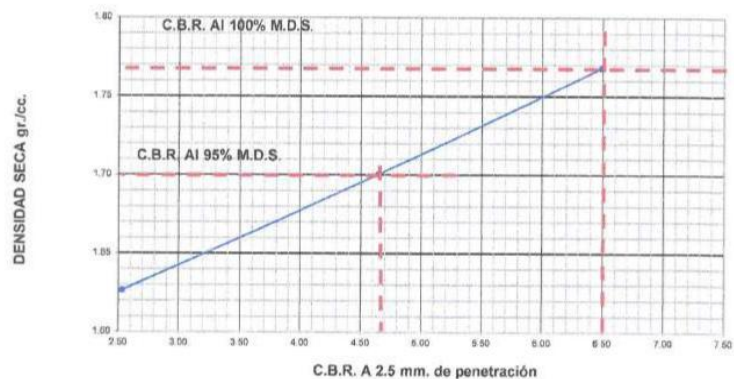
REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

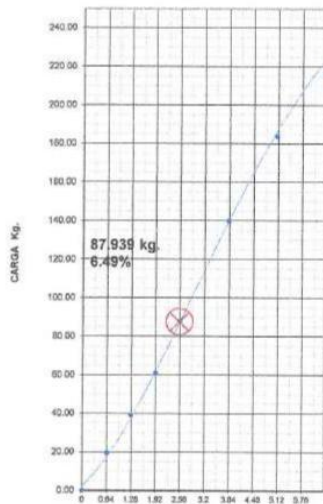
SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA
CALICATA : C-1

FECHA : 10-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.768
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.21
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.49
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.64



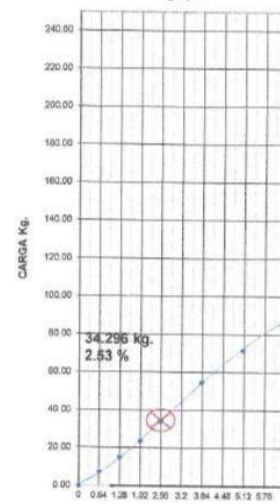
C.B.R. = 6.49% M.D.S. = 1.768 gr./cm³,
56 golpes



C.B.R. = 6.64% M.D.S. = 1.70 gr./cm³,
25 golpes




C.B.R. = 2.53% M.D.S. = 1.626 gr./cm³,
12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

Empleando Máquina de los Angeles

DEE A6 - 1983

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

CALICATA CALICATA 01

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

CALLE CAJAMARCA	
IDENTIFICACION	DATOS
NP	

EL ENSAYO SE REALIZO CON APLICACION DE 12 ESFERAS

PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO:

NP

FIRMAS AUTORIZADAS


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad


**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN
SUELO
(MTC E 108 - ASTM-D2216)**

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE
UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)
CALICATA CALICATA 01
FECHA 10/06/2022
UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

ENSAYO N°	1
RECIPIENTE N°	11
PESO DEL RECIPIENTE	102.95
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	470.51
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	420.46
PESO DE AGUA (g)	50.1
PESO DEL SUELO SECO (g)	317.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.76
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	15.76


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO:	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022		
SOLICITA	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ	FECHA: JUNIO DEL 2022	
CALICATA	CALICATA 01		
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)		

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

(NTP 339.150)

CALICATA	CALICATA 01	UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)	TIPO DE ESTRUCTURA: PAVIMENTO
Prof. Total (m)	1.80			

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
1.50	1.50	M-1	NO	0,00 - 1.50- Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL		---

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121

C-2

CALLE CAJAMARCA
(ENTRE CALLE
BUENOS AIRES Y
CALLE EL PORTILLO)



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84

PROYECTO	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA	SUB RASANTE
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE BUENOS AIRES Y CALLE EL PORTILLO)
CALICATA	CALICATA 02
FECHA	10/06/2022
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Nº de Golpes	Cápsula Nº	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum,	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
35	010	18.76	60.51	49.83	10.68	31.07	34.37%
27	013	18.49	52.49	43.62	8.87	25.13	35.30%
17	005	22.13	65.50	53.91	11.59	31.78	36.47%
L.P.	015	11.09	43.24	37.35	5.89	26.26	22.43%
L.P.	006	11.01	42.19	36.31	5.88	25.30	23.24%



$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

W_n = Contenido de humedad a numero de golpes

N = Nº de golpes

$IP = LL - LP$

LL = Limite líquido

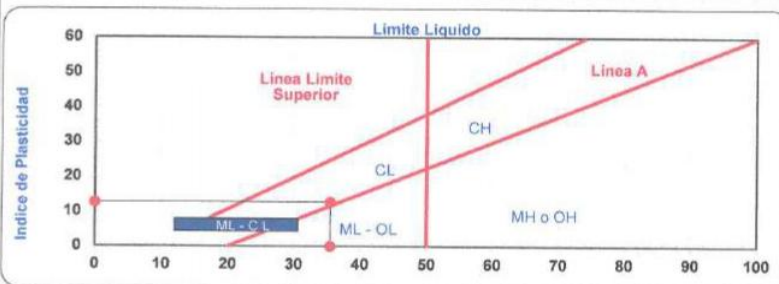
LP = Limite plástico

I_c = Indice de Consistencia

$$LL = 35.51\%$$

$$LP = 22.84\%$$

$$IP = 12.67\%$$



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO

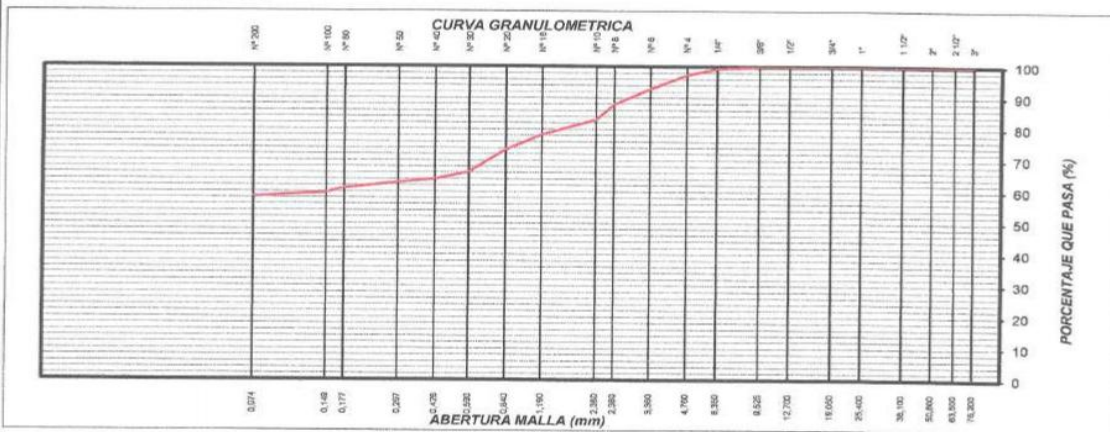
ASTM D 421

MTC E 107

PROYECTO	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA	SUB RASANTE
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE BUENOS AIRES Y CALLE EL PORTILLO)
CALICATA	CALICATA 02
FECHA	10/06/2022
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA

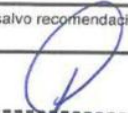
MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO					DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.		
3"	76.200	0.00	0.00	100		Bolonería > 3"	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00		Grava 3" - Nº 4 :	2.63
2"	50.800	0.00	0.00	100.00		Arena Nº4 - Nº 200 :	39.04
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00		Finos < Nº 200 :	58.33
1"	25.400	0.00	0.00	100.00		Fraccion (SUMA N°8:N°200)	3195.67
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00		Cu (>6) =	
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00		Cc (1 - 3) =	
1/4"	6.350	51.70	0.61	99.39		D60=	
Nº 4	4.760	170.85	2.02	97.37		D30=	
Nº 6	3.360	382.99	4.53	92.84		D10=	
Nº 8	2.380	415.48	4.91	87.93		DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG	
Nº 10	2.000	406.60	4.81	83.13		LIMITE LIQUIDO	35.51
Nº 16	1.190	409.73	4.84	78.29		LIMITE PLASTICO	22.84
Nº 20	0.840	412.44	4.87	73.41		INDICE PLASTICIDAD	12.67
Nº 30	0.590	596.66	7.05	66.36		CLASIFICACION	
Nº 40	0.426	197.59	2.34	64.03		SUCS	AASHTO
Nº 50	0.297	97.57	1.15	62.87		CL	A-6 (6)
Nº 80	0.177	145.21	1.72	61.16		CALICATA	
Nº 100	0.149	131.41	1.55	59.61		ESTRATO	
Nº 200	0.074	108.14	1.28	58.33			
-200		4935.63	58.33	-		PROFUNDIDAD (m)	1.50

Peso Inicial: **8462.00**



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas

FIRMAS AUTORIZADAS


 WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE: ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA: SUB RASANTE

UBICACIÓN: CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE BUENOS AIRES Y CALLE EL PORTILLO)

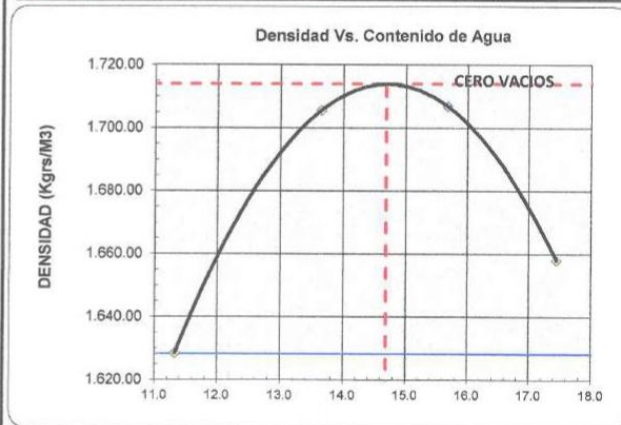
CALICATA: CALICATA 02

FECHA: 10-Jun

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL: WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	3006.00	10.05	15.00			2106.00
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1	Punto. 2	Punto. 3	Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%	4%	6%	8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	6.822.00	7.086.00	7.162.00	7.105.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	3.816.00	4.080.00	4.156.00	4.099.00		
4 - Recipiente N°.	028	025	036	019		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	105.04	107.70	103.86	103.13		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	461.71	473.46	494.10	473.54		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	425.43	429.55	441.22	418.52		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	36.28	43.91	52.88	55.02		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	320.39	321.85	337.36	315.39		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	11.32	13.64	15.67	17.45		
10.1 - % Humedad al horno promedio	11.32	13.64	15.67	17.45		
10.2 - % Humedad Speedy						
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.812.83	1.938.24	1.974.35	1.947.27		
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.628.43	1.705.55	1.706.81	1.658.02		



Coments :

Maximun Dry Density	95% Máximum Dry Density	Optimun moisture
1714	1,628.30	14.69%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximum
11.32%	6.1%	17.45%

Tipo de Ensayo Modificado (A) Energía compact.

Peso del Mart. (lbs) 10.0 25,226 ft.x lb./ft.3

Altura de caída (in) 18.0 Vol. cm3: 2105.00

No. de golpes 25 Vol. ft3: 0.0743291

Mat. tamizado por #4 Fa : 0.0004751

No. de capas 5 Gs : 3.5

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

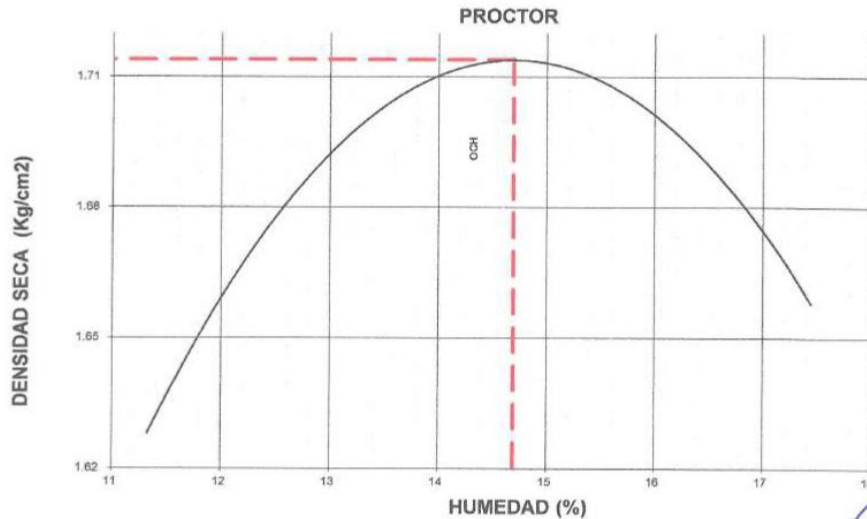
PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022


SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA
CALICATA : C-2 **FECHA :** 10-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.714
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.69
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.92
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.95

ENSAYO CBR

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar
Peso Molde - - suelo húmedo	9128		9082		8853	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4375		4179		4089	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	1.966		1.890		1.808	
% humedad	14.7%		14.7%		14.6%	
Densidad seco gr/cc	1.714		1.648		1.577	
Tarro N°	60	18	09	10	21	25
Tarro - - suelo húmedo gr.	109.07	101.31	94.57	101.43	83.42	85.65
Tarro - - suelo seco gr.	98.86	90.88	86.46	95.33	75.56	77.80
Agua	10.21	10.43	8.11	6.10	7.86	7.85
Peso del Tarro gr.	28.09	21.34	31.48	22.37	23.39	22.59
Peso del suelo seco gr.	70.77	69.54	54.98	41.82	52.17	55.21
% de humedad	14.43%	15.00%	14.75%	14.59%	15.07%	14.22%
Promedio de humedad %	14.71%		14.67%		14.65%	




 WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

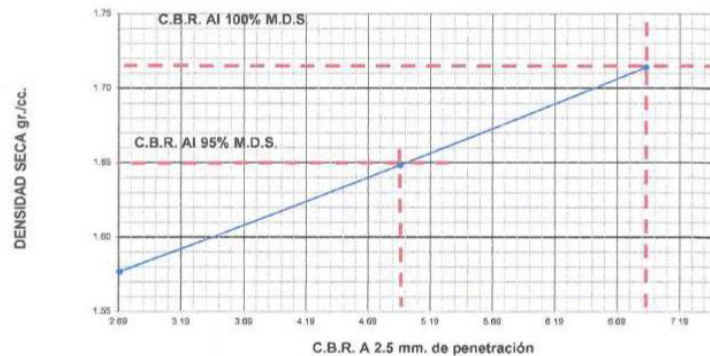
REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

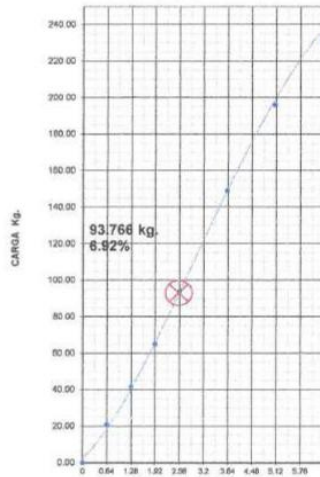
SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA
CALICATA : C-1

FECHA : 10-Jun-22

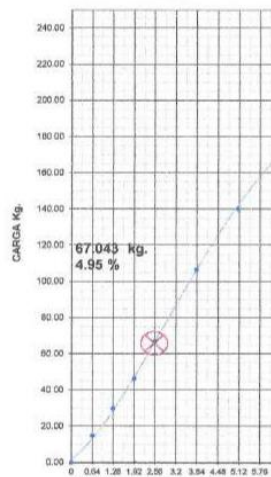
METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.714
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.69
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.92
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.95



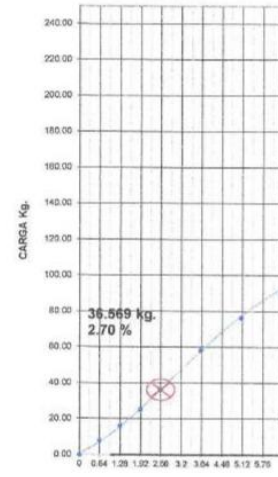
C.B.R. = 6.92% M.D.S. = 1.714 grs./cm³.
56 golpes



C.B.R. = 4.95% M.D.S. = 1.648 grs./cm³.
25 golpes



C.B.R. = 2.70% M.D.S. = 1.576 grs./cm³.
12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

Empleando Máquina de los Angeles

DEE A6 - 1983

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE BUENOS AIRES Y CALLE EL PORTILLO)

CALICATA CALICATA 02

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAI WILLIAM LUIS PAZ MALCA

CALLE CAJAMARCA	
IDENTIFICACION	DATOS
NP	

EL ENSAYO SE REALIZO CON APLICACION DE 12 ESFERAS

PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO:

NP

FIRMAS AUTORIZADAS



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(MTC E 108 - ASTM-D2216)

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE BUENOS AIRES Y CALLE EL PORTO)


CALICATA CALICATA 02

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

ENSAYO N°	1
RECIPIENTE N°	39
PESO DEL RECIPIENTE	102.18
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	495.07
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	432.84
PESO DE AGUA (g)	62.2
PESO DEL SUELO SECO (g)	330.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.82
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	18.82



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO:	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022		
SOLICITA	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ	FECHA: JUNIO DEL 2022	
CALICATA	CALICATA 02		
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE BUENOS AIRES Y CALLE EL PORTILLO)		

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

(NTP 339.150)

CALICATA	CALICATA 02	UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE BUENOS AIRES Y CALLE EL PORTILLO)	TIPO DE ESTRUCTURA: PAVIMENTO
Prof. Total (m)	1.80			

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
1.50	1.50	M-1	NO	0,00 - 1.50- Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL		

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121

C-3

CALLE CAJAMARCA
(ENTRE CALLE EL
PORTILLO Y CALLE
SAUCES)



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84

PROYECTO	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022						
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ						
ESTRUCTURA	SUB RASANTE						
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE EL PORTILLO Y CALLE SAUCES)						
CALICATA	CALICATA 03						
FECHA	10/06/2022						
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO						
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA						

Nº de Golpes	Cápsula Nº	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum,	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
31	014	20.66	54.25	45.61	8.64	24.95	34.63%
22	005	18.66	51.29	42.72	8.57	24.06	35.62%
15	002	22.64	59.34	49.56	9.78	26.92	36.33%
L.P.	009	11.69	39.91	34.61	5.30	22.92	23.12%
L.P.	010	11.56	37.86	33.09	4.77	21.53	22.16%



$$LL = W_n * (N/25)^{0.121}$$

W_n = Contenido de humedad a numero de golpes

N = Nº de golpes

$$IP = LL - LP$$

LL = Limite líquido

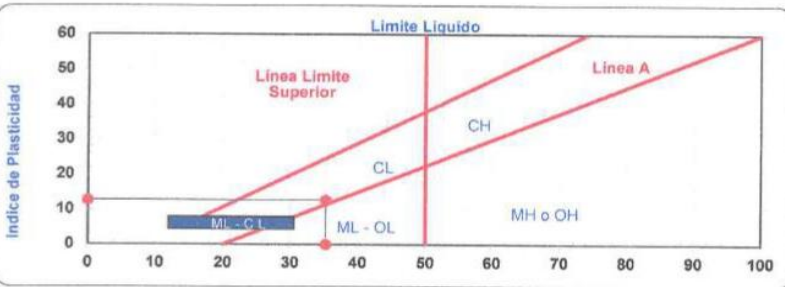
LP = Limite plástico

Ic = Indice de Consistencia

$$LL = 35.28\%$$

$$LP = 22.64\%$$

$$IP = 12.64\%$$



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM D 421

MTC E 107

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE EL PORTILLO Y CALLE SAUCES)

CALICATA CALICATA 03

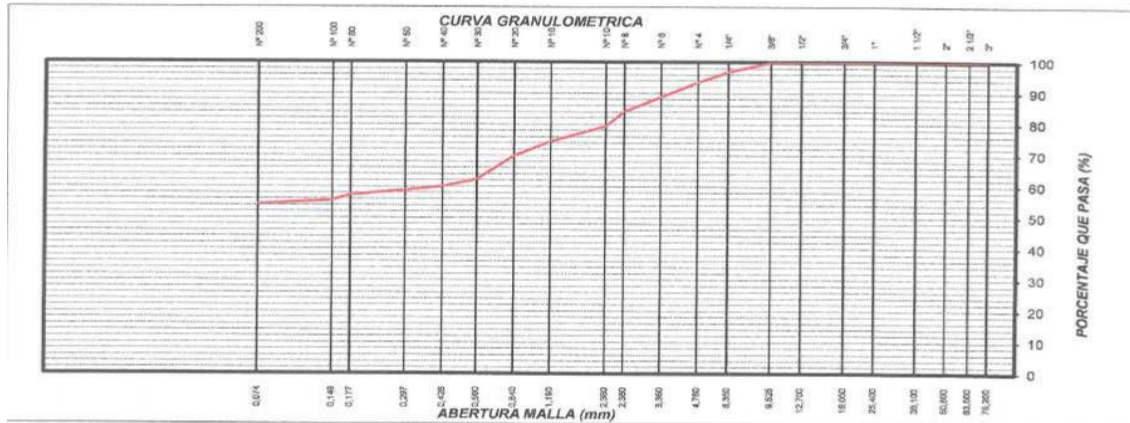
FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO					DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.		
						Bolonería > 3" :	0.00
						Grava 3" - Nº 4 :	6.39
						Arena Nº4 - Nº 200 :	39.29
						Finos < Nº 200 :	54.32
						Fracion (SUMA N°8-N°200)	2906.71
3"	76.200	0.00	0.00	100			
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00			
2"	50.800	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00			
1"	25.400	0.00	0.00	100.00			
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00			
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00			
1/4"	6.350	236.36	3.09	96.91			
Nº 4	4.750	251.79	3.30	93.61			
Nº 6	3.360	363.78	4.76	88.85			
Nº 8	2.380	361.02	4.72	84.13			
Nº 10	2.000	361.31	4.73	79.40			
Nº 16	1.190	369.39	4.83	74.56			
Nº 20	0.840	363.42	4.76	69.81			
Nº 30	0.590	571.55	7.48	62.33			
Nº 40	0.426	171.89	2.25	60.08			
Nº 50	0.297	93.37	1.22	58.86			
Nº 80	0.177	122.98	1.61	57.25			
Nº 100	0.149	128.00	1.68	55.57			
Nº 200	0.074	95.69	1.25	54.32			
-200		4150.45	54.32	-			
						PROFUNDIDAD (m)	1.50
						DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG	
						LIMITE LIQUIDO	35.28
						LIMITE PLASTICO	22.64
						INDICE PLASTICIDAD	12.64
						CLASIFICACION	
						SUCS	AASHTO
						CL	A-6 (5)
						CALICATA	ESTRATO

Peso Inicial: **7641.00**



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE: ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA: SUB RASANTE

UBICACIÓN: CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE EL PORTILLO Y CALLE SAUCES)

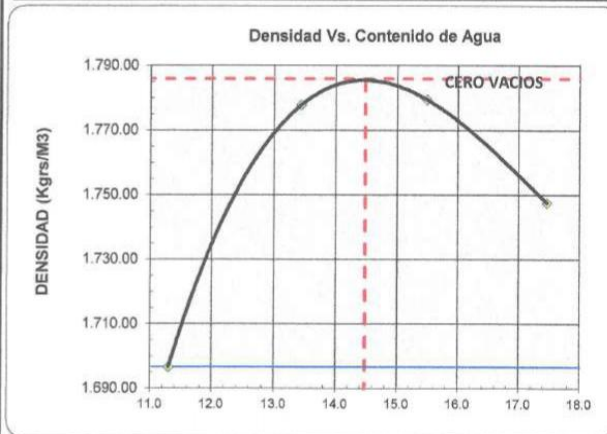
CALICATA: CALICATA 03

FECHA: 10-Jun

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL: WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	3006.00	10.05	15.00			2105.00
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1	Punto. 2	Punto. 3	Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%	4%	6%	8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	6.981.00	7.251.00	7.332.00	7.327.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	3,975.00	4,245.00	4,326.00	4,321.00		
4 - Recipiente N°.	029	039	015	018		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	100.66	101.96	108.23	104.81		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	496.95	466.81	498.83	501.26		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	456.71	423.43	446.44	442.32		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	40.24	43.18	52.39	58.94		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	356.05	321.47	338.21	337.51		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	11.30	13.43	15.49	17.46		
10.1 - % Humedad al horno promedio	11.30	13.43	15.49	17.46		
10.2 - % Humedad Speedy						
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.888.36	2.016.63	2.055.11	2.052.73		
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.696.61	1.777.83	1.779.46	1.747.55		



Coments : _____

Maximum Dry Density	95% Maximum Dry Density	Optimum moisture
1786	1,696.70	14.48%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximo
11.30%	6.2%	17.46%

Tipo de Ensayo Modificado (A) Energía compact.

Peso del Mart. (lbs) 10.0 25,226 ft.x lb./ft.3

Altura de calda (in) 18.0 Vol. cm3: 2105.00

No. de golpes 25 Vol. ft3: 0.0743291

Mat. tamizado por #4 Fa : 0.0004751

No. de capas 5 Gs : 3.5

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

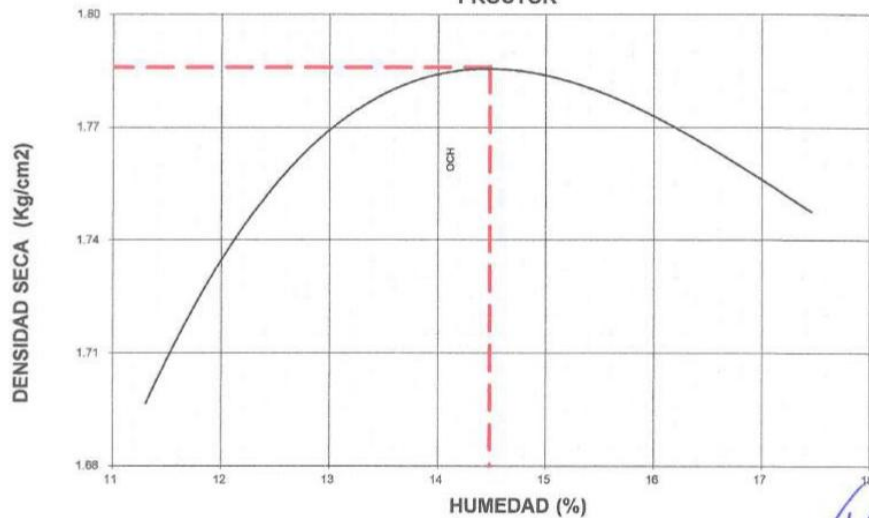
SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
 ESTRUCTURA : SUB RASANTE
 UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA
 CALICATA : C-3 FECHA 10-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.786
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.48
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.49

ENSAYO CBR

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar
Peso Molde +/- suelo húmedo	9304		9253		9019	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4551		4350		4255	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.045		1.967		1.881	
% humedad	14.5%		14.5%		14.5%	
Densidad seco gr/cc	1.786		1.718		1.643	
Tarro N°	3	07	01	11	09	27
Tarro +/- suelo húmedo gr.	110.54	88.58	85.43	114.53	90.53	109.44
Tarro +/- suelo seco gr.	100.12	81.86	77.75	108.36	83.00	98.93
Agua	10.42	6.72	7.68	6.17	7.53	10.51
Peso del Tarro gr.	28.94	34.99	23.8	27.50	30.41	26.88
Peso del suelo seco gr.	71.18	46.87	53.95	41.82	52.59	72.05
% de humedad	14.64%	14.34%	14.24%	14.75%	14.32%	14.59%
Promedio de humedad %	14.49%		14.50%		14.46%	

PROCTOR



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

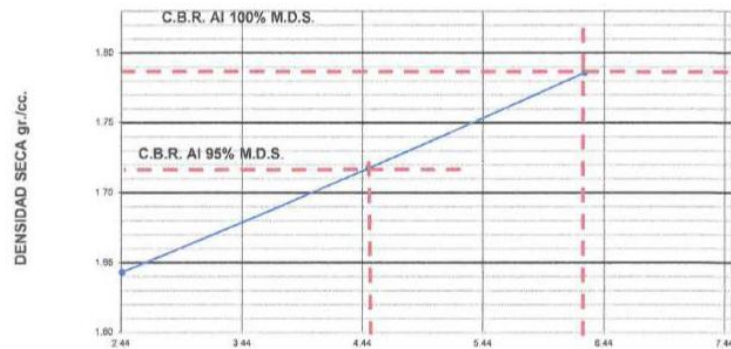
REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA
CALICATA : C-1

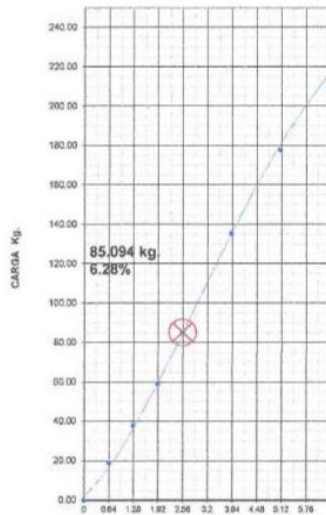
FECHA : 10-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.786
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.48
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.49

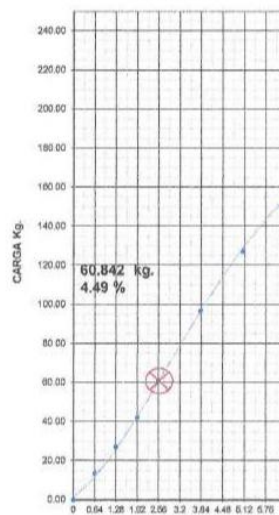


C.B.R. A 2.5 mm. de penetración

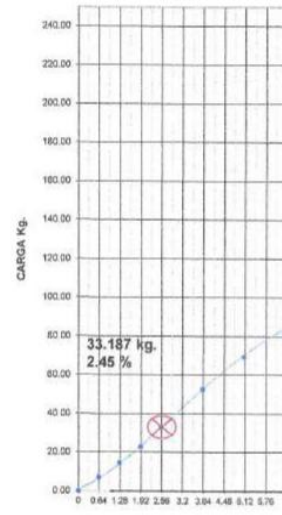
C.B.R. = 6.28% M.D.S. = 1.786 grs./cm³.
55 golpes



C.B.R. = 4.49% M.D.S. = 1.718 grs./cm³.
25 golpes



C.B.R. = 2.45% M.D.S. = 1.643 grs./cm³.
12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extraccion, identificacion y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

Empleando Máquina de los Angeles

DEE A6 - 1983

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE EL PORTILLO Y CALLE SAUCES)

CALICATA CALICATA 03

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAI WILLIAM LUIS PAZ MALCA

CALLE CAJAMARCA	
IDENTIFICACION	DATOS
NP	

EL ENSAYO SE REALIZO CON APLICACION DE 12 ESFERAS

PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO:

NP

FIRMAS AUTORIZADAS



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(MTC E 108 - ASTM-D2216)

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE EL PORTILLO Y CALLE SAUCES)

CALICATA CALICATA 03

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

ENSAYO N°	1
RECIPIENTE N°	28
PESO DEL RECIPIENTE	103.63
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	463.79
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	411.06
PESO DE AGUA (g)	52.7
PESO DEL SUELO SECO (g)	307.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.15
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	17.15

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO:	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022	
SOLICITA	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ	FECHA: JUNIO DEL 2022
CALICATA	CALICATA 03	
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE EL PORTILLO Y CALLE SAUCES)	

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

(NTP 339.150)

CALICATA	CALICATA 03	UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE EL PORTILLO Y CALLE SAUCES)	TIPO DE ESTRUCTURA: PAVIMENTO
Prof. Total (m)	1.80			

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
1.50	1.50	M-1	NO	0,00 - 1.50- Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL		---

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 49121

C-4

CALLE CAJAMARCA
(ENTRE CALLE
SAUCES Y CALLE
HUANCAYO)



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE SAUCES Y CALLE HUANCAYO)

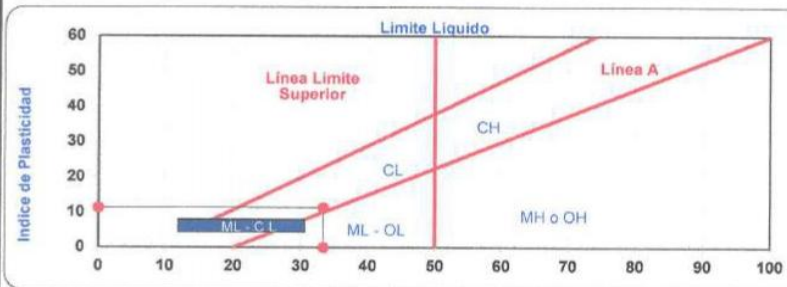
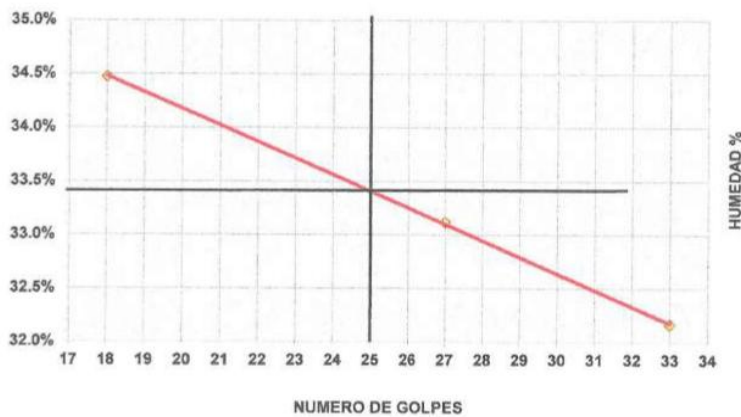
CALICATA CALICATA 04

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Nº de Golpes	Cápsula Nº	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum.	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
33	014	22.62	62.19	52.56	9.63	29.94	32.16%
27	002	20.12	52.96	44.79	8.17	24.67	33.12%
18	013	22.77	57.72	48.76	8.96	25.99	34.47%
L.P.	016	11.71	45.52	39.39	6.13	27.68	22.15%
L.P.	006	10.96	43.65	37.75	5.90	26.79	22.02%



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM D 421

MTC E 107

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE SAUCES Y CALLE HUANCAYO)

CALICATA CALICATA 04

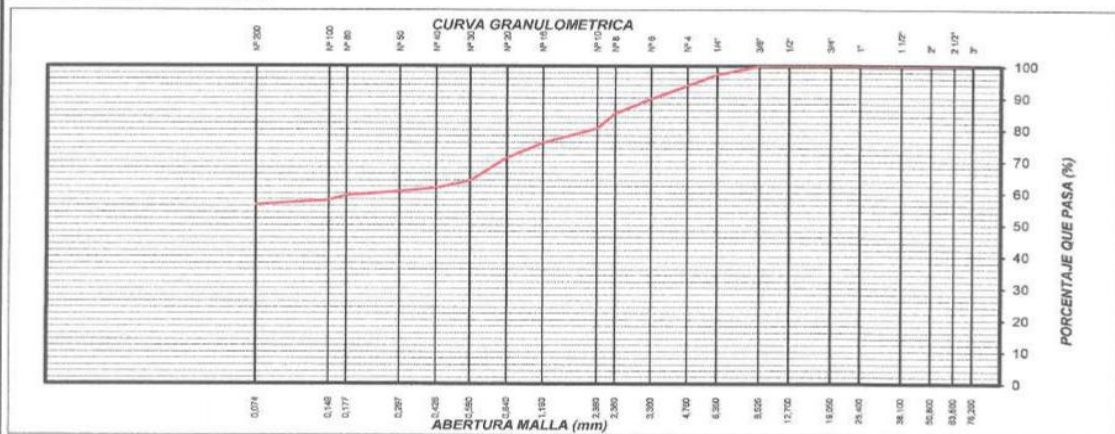
FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO					DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.		
3"	76.200	0.00	0.00	100		Bolonería > 3" :	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00		Grava 3" - N° 4 :	6.13
2"	50.800	0.00	0.00	100.00		Arena N°4 - N° 200 :	37.46
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00		Finos < N° 200 :	56.41
1"	25.400	0.00	0.00	100.00		Fraccion (SUMA N°8:N°200)	2940.77
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00		Cu (>6) =	
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00		Cc (1 - 3) =	
1/4"	6.350	215.08	2.64	97.36		D60=	
N° 4	4.760	284.33	3.49	93.87		D30=	
N° 6	3.360	338.03	4.15	89.72		D10=	
N° 8	2.380	372.17	4.57	85.15		DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG	
N° 10	2.000	378.61	4.65	80.51		LIMITE LIQUIDO	33.40
N° 16	1.190	373.58	4.59	75.92		LIMITE PLASTICO	22.08
N° 20	0.840	388.61	4.77	71.15		INDICE PLASTICIDAD	11.32
N° 30	0.590	586.44	7.20	63.95		CLASIFICACION	
N° 40	0.426	183.23	2.25	61.70		SUCS	AASHTO
N° 50	0.297	91.10	1.12	60.58		CL	A-6 (5)
N° 80	0.177	102.58	1.26	59.33			
N° 100	0.149	126.43	1.55	57.77			
N° 200	0.074	111.47	1.37	56.41		CALICATA	ESTRATO
-200		4595.35	56.41	-		PROFUNDIDAD (m)	1.50

Peso Inicial: **8147.00**



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

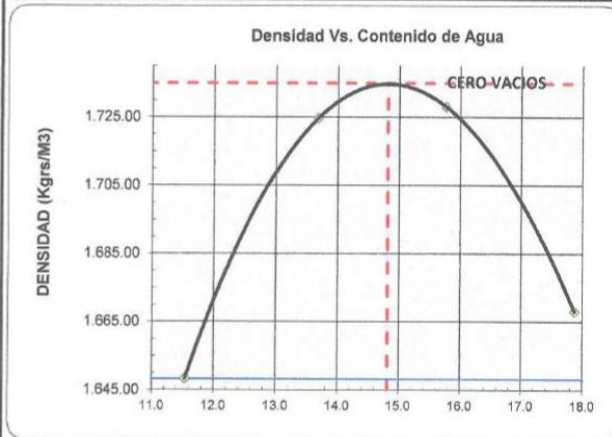
Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557

PROYECTO:	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA	SUB RASANTE
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE SAUCES Y CALLE HUANCAYO)
CALICATA	CALICATA 04
FECHA	10-Jun
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	3006.00	10.05	15.00			2105.00
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1	Punto. 2	Punto. 3	Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%	4%	6%	8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	6.876.00	7.133.00	7.217.00	7.145.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	3.870.00	4.127.00	4.211.00	4.139.00		
4 - Recipiente N°	020	010	038	013		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	101.77	107.77	107.51	109.75		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	473.15	460.09	502.76	481.63		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	434.74	417.70	448.95	425.25		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	38.41	42.39	53.81	56.38		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	332.97	309.93	341.44	315.50		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	11.54	13.68	15.76	17.87		
10.1 - % Humedad al horno promedio	11.54	13.68	15.76	17.87		
10.2 - % Humedad Speedy						
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.838.48	1.960.57	2.000.48	1.968.27		
12 - Densidad seca al horno (11/(10.1+100))	1.648.33	1.724.68	1.728.13	1.668.17		



Coments :

Maximun Dry Density	95% Máximum Dry Density	Optimum moisture
1735	1,648.25	14.82%

Humidity Rrage for 95%		
Minimum	Rango	Máximum
11.54%	6.3%	17.87%

Tipo de Ensayo	Modificado (A)	Energía compact.
Peso del Mart. (lbs)	10.0	25,226 ft.x lb./ft.3
Altura de caída (in)	18.0	Vol. cm3: 2105.00
No. de golpes	25	Vol. ft3: 0.0743291
Mat. tamizado por	#4	Fa : 0.0004751
No. de capas	5	Gs : 3.5

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA : SUB RASANTE

UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA

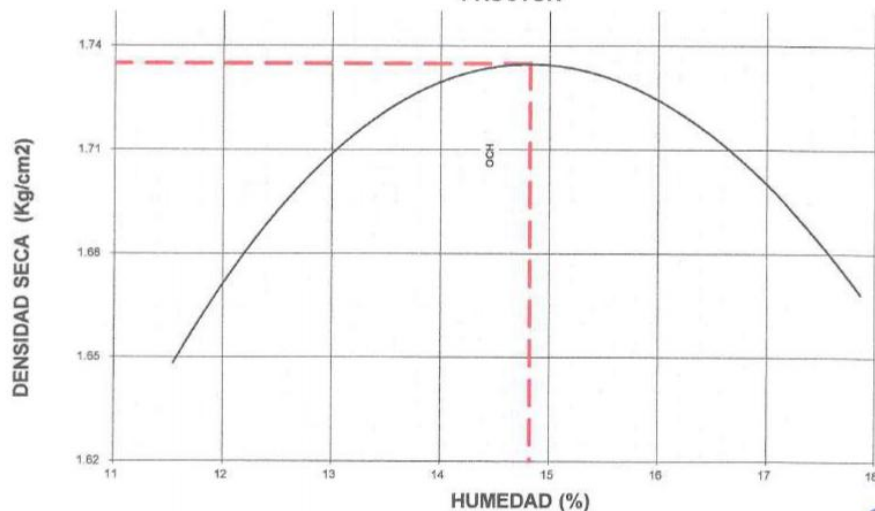
CALICATA : C-4 FECHA 10-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.735
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.82
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.56
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.69

ENSAYO CBR

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar
Peso Molde - - suelo húmedo	9190		9140		8909	
Peso del Molde	gr. 4753		gr. 4903		gr. 4764	
Peso del Suelo húmedo	gr. 4437		gr. 4237		gr. 4145	
Volumen del suelo	cc. 2225.74		cc. 2211.56		cc. 2262.09	
Densidad humedad	gr/cc 1.993		gr/cc 1.916		gr/cc 1.832	
% humedad	14.8%		14.8%		14.8%	
Densidad seco	gr/cc 1.735		gr/cc 1.669		gr/cc 1.596	
Tarro N°	23	27	17	04	06	19
Tarro - - suelo húmedo	gr. 95.47	113.42	gr. 87.35	82.55	gr. 91.34	101.44
Tarro - - suelo seco	gr. 86.75	101.67	gr. 78.95	76.34	gr. 84.01	91.00
Agua	8.72	11.75	8.4	6.21	7.33	10.44
Peso del Tarro	gr. 28.31	22.07	gr. 21.95	22.58	gr. 33.29	21.94
Peso del suelo seco	gr. 58.44	79.6	gr. 57	41.82	gr. 50.72	69.06
% de humedad	14.92%	14.76%	14.74%	14.85%	14.45%	15.12%
Promedio de humedad	%		%		%	
	14.84%		14.80%		14.79%	

PROCTOR



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

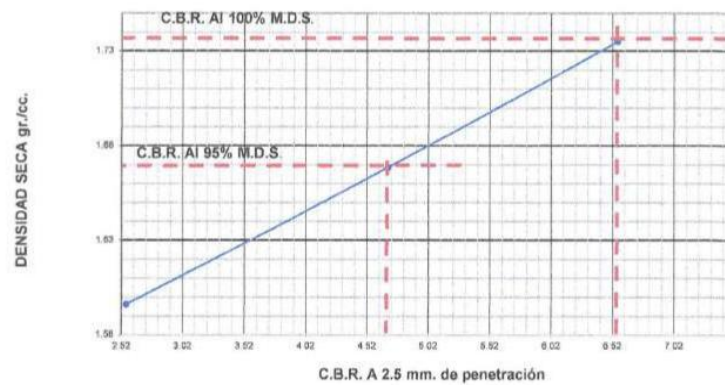
REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022.

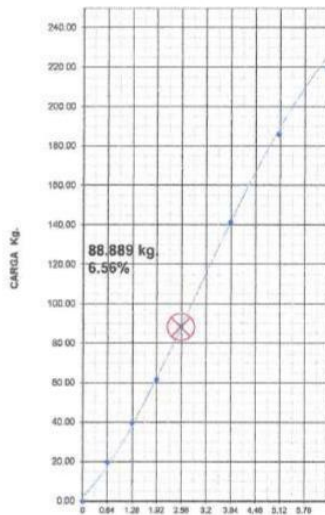
SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA
CALICATA : C-1

FECHA 10-Jun-22

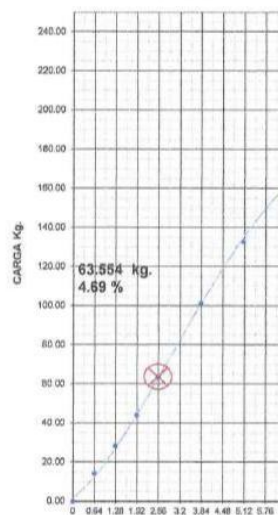
METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.735
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.82
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	6.56
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	4.69



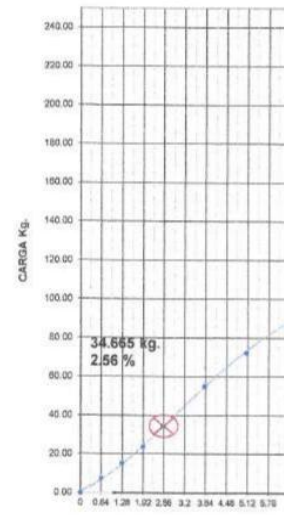
C.B.R. = 6.56% M.D.S. = 1.735 grs./cm³.
56 golpes



C.B.R. = 4.69 % M.D.S. = 1.669 grs./cm³.
25 golpes




C.B.R. = 2.56 % M.D.S. = 1.596 grs./cm³.
12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extraccion, identificacion y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASION

Empleando Máquina de los Angeles

DEE A6 - 1983

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE SAUCES Y CALLE HUANCAYO)

CALICATA CALICATA 04

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAI WILLIAM LUIS PAZ MALCA

CALLE CAJAMARCA	
IDENTIFICACION	DATOS
NP	

EL ENSAYO SE REALIZO CON APLICACION DE 12 ESFERAS

PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO:

NP

FIRMAS AUTORIZADAS



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(MTC E 108 - ASTM-D2216)

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE SAUCES Y CALLE HUANCAYO)

CALICATA CALICATA 04

FECHA 10/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

ENSAYO N°	1
RECIPIENTE N°	2
PESO DEL RECIPIENTE	109.30
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)	485.94
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)	433.28
PESO DE AGUA (g)	52.7
PESO DEL SUELO SECO (g)	324.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.25
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)	16.25



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO:	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022	
SOLICITA	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ	FECHA: JUNIO DEL 2022
CALICATA	CALICATA 04	
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE SAUCES Y CALLE HUANCAYO)	

REGISTRO DE EXPLORACIÓN

(NTP 339.150)

CALICATA	CALICATA 04	UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE SAUCES Y CALLE HUANCAYO)	TIPO DE ESTRUCTURA: PAVIMENTO
Prof. Total (m)	1.80			

Prof. (m.)	Espesor del Estrato (m)	Muestra	N.F	Descripción Visual del Estrato	Clasificación SUCS	Simbología Gráfica	Observación
1.50	1.50	M-1	NO	0,00 - 1.50- Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL		

WILLIAM LUIS PAZ MARICA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121

C-3

MUESTRA NATURAL
+ 5% DE CENIZAS DE
CARBON VEGETAL



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

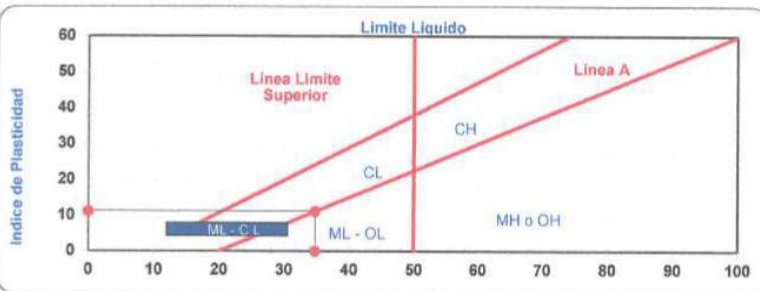
Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84


PROYECTO	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA	SUB RASANTE
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)
MUESTRA	MUESTRA NATURAL + 5% DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL
FECHA	20/06/2022
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Nº de Golpes	Cápsula Nº	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum,	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
35	009	20.89	65.65	54.40	11.25	33.51	33.57%
28	004	21.98	52.04	44.33	7.71	22.35	34.50%
19	011	18.07	67.29	54.39	12.90	36.32	35.52%
L.P.	015	10.96	40.16	34.55	5.61	23.59	23.78%
L.P.	002	11.31	45	38.58	6.42	27.27	23.54%



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas,

FIRMAS AUTORIZADAS


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO

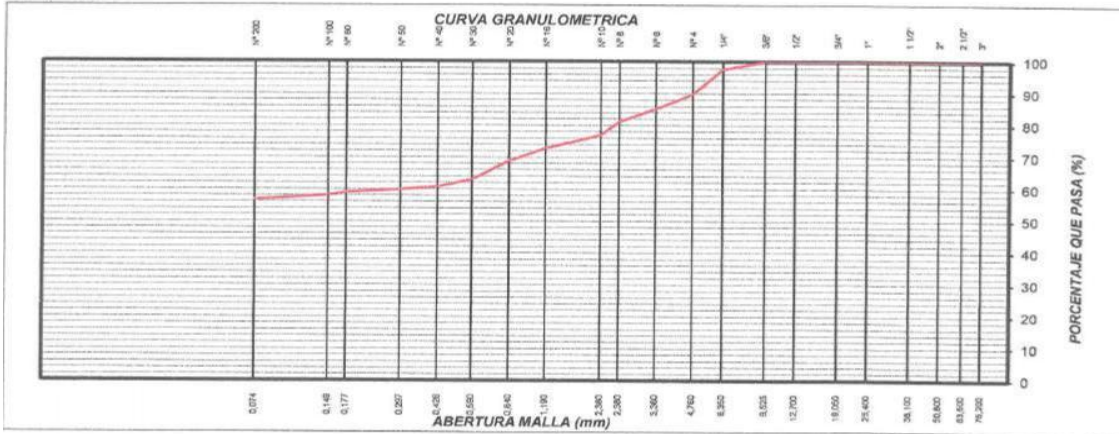
ASTM D 421

MTC E 107

PROYECTO	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA	SUB RASANTE
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)
MUESTRA	MUESTRA NATURAL + 5% DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL
FECHA	20/06/2022
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA

MALLAS SIEVE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO					DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.		
3"	76.200	0.00	0.00	100		Bolonería > 3" :	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00		Grava 3" - N° 4 :	10.18
2"	50.800	0.00	0.00	100.00		Arena N°4 - N° 200 :	33.17
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00		Finos < N° 200 :	56.65
1"	25.400	0.00	0.00	100.00		Fraccion (SUMA N°8:N°200)	397.24
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00		Cu (>6) =	
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00		Cc (1 - 3) =	
1/4"	6.350	28.91	2.31	97.69		D60=	
N° 4	4.760	98.39	7.87	89.82		D30=	
N° 6	3.360	56.54	4.52	85.29		D10=	
N° 8	2.380	51.59	4.13	81.17		DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG	
N° 10	2.000	51.29	4.10	77.06		LIMITE LIQUIDO	34.80
N° 16	1.190	52.99	4.24	72.82		LIMITE PLASTICO	23.66
N° 20	0.840	49.04	3.92	68.90		INDICE PLASTICIDAD	11.14
N° 30	0.590	74.50	5.96	62.94		CLASIFICACION	
N° 40	0.426	27.84	2.23	60.71		SUCS	AASHTO
N° 50	0.297	11.00	0.88	59.83		CL	A-6 (5)
N° 80	0.177	11.13	0.89	58.94		CALICATA	
N° 100	0.149	11.32	0.91	58.04		ESTRATO	
N° 200	0.074	17.37	1.39	56.65			
-200		708.09	56.65	-		PROFUNDIDAD (m)	1.50

Peso Inicial: **1250.00**



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE: ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA: SUB RASANTE

UBICACIÓN: CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

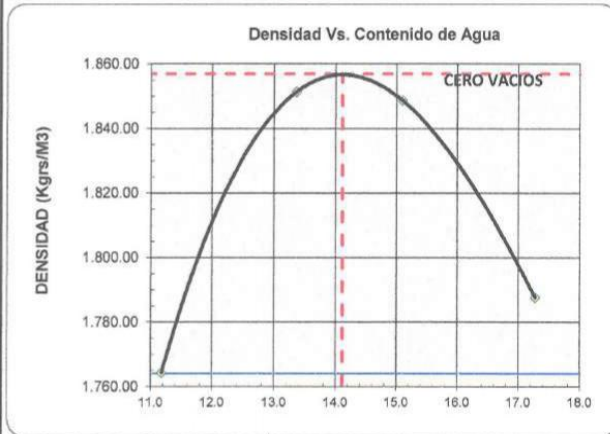
MUESTRA: MUESTRA NATURAL + 5% DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL

FECHA: 20-Jun

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL: WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	3006.00	10.05	15.00			2105.00
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1	Punto. 2	Punto. 3	Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%	4%	6%	8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	7.135.00	7.424.00	7.485.00	7.419.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	4.129.00	4.418.00	4.479.00	4.413.00		
4 - Recipiente N°	021	014	036	038		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	107.74	105.34	100.52	102.71		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	484.89	461.87	485.76	493.05		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	446.98	419.85	435.22	435.56		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	37.91	42.02	50.54	57.49		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	339.24	314.51	334.70	332.85		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	11.17	13.36	15.10	17.27		
10.1 - % Humedad al horno promedio	11.17	13.36	15.10	17.27		
10.2 - % Humedad Speedy						
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	1.961.52	2.098.81	2.127.79	2.096.44		
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.764.35	1.851.45	1.848.64	1.787.67		



Coments : _____

Maximum Dry Density	95% Máximum Dry Density	Optimum moisture
1857	1,764.15	14.11%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximum
11.17%	6.1%	17.27%

Tipo de Ensayo Modificado (A) Energía compact.

Peso del Mart. (lbs) 10.0 25,226 lb x lb /ft 3

Altura de caída (in) 18.0 Vol. cm3: 2105.00

No. de golpes 25 Vol. ft3: 0.0743291

Mat. tamizado por #4 Fa : 0.0004751

No. de capas 5 Gs : 3.5

FIRMAS AUTORIZADAS


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

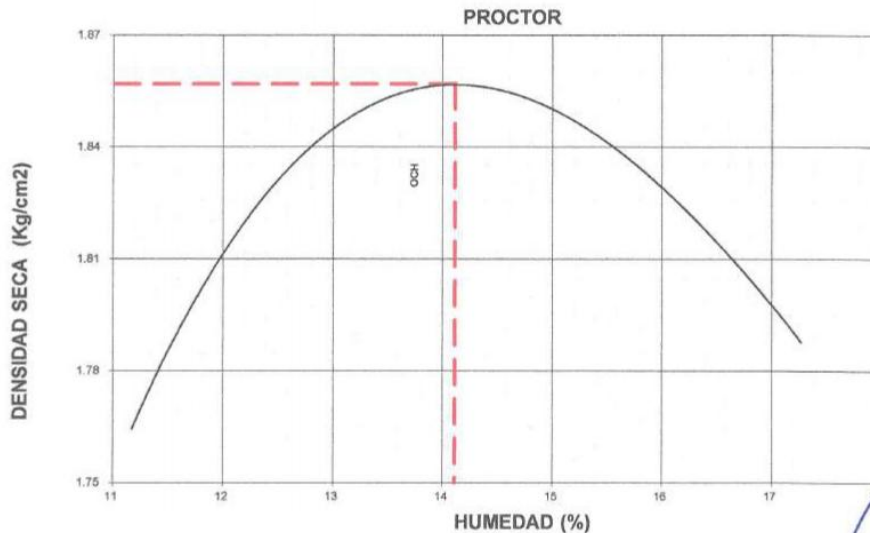
MUESTRA : MUESTRA NATURAL + 5 % CENIZAS DE CARBÓN VEGETAL


FECHA 20-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.857
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.11
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	10.41
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	7.44

ENSAYO CBR

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar
Peso Molde - - suelo húmedo	9470		9407		9171	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4717		4504		4407	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.119		2.037		1.948	
% humedad	14.1%		14.1%		14.1%	
Densidad seco gr/cc	1.857		1.786		1.708	
Tarro N°	20	31	41	17	18	11
Tarro - - suelo húmedo gr.	82.84	105.91	94.55	85.97	104.54	95.15
Tarro - - suelo seco gr.	76.38	97.40	86.09	80.18	95.08	86.60
Agua	6.46	8.51	8.46	5.79	9.46	8.55
Peso del Tarro gr.	32.89	33.92	27.03	25.70	26.29	27.19
Peso del suelo seco gr.	43.49	63.48	59.06	41.82	68.79	59.41
% de humedad	14.85%	13.41%	14.32%	13.85%	13.75%	14.39%
Promedio de humedad %	14.13%		14.09%		14.07%	




 WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

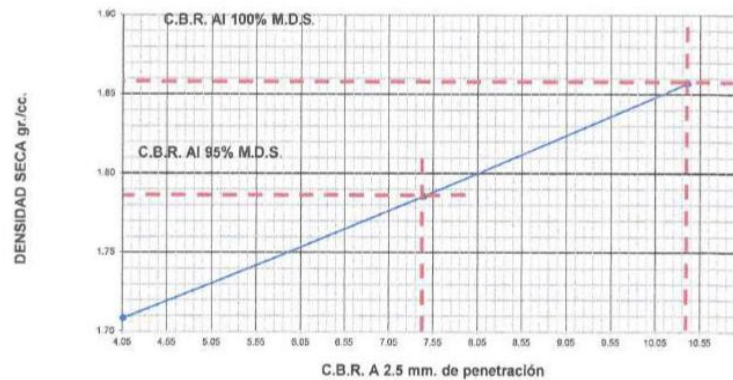
PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

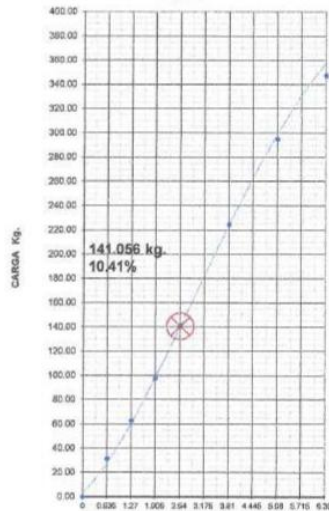
MUESTRA : MUESTRA NATURAL + 5% CENIZAS DE CARBON VEGETAL

FECHA 20-Jun-22

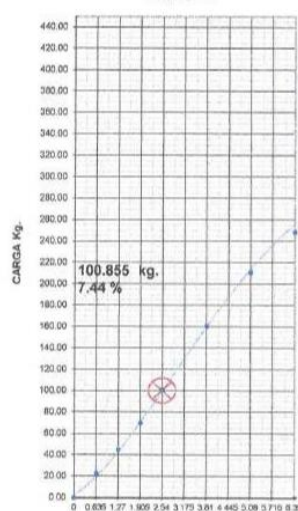
METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.857
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.11
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	10.41
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	7.44



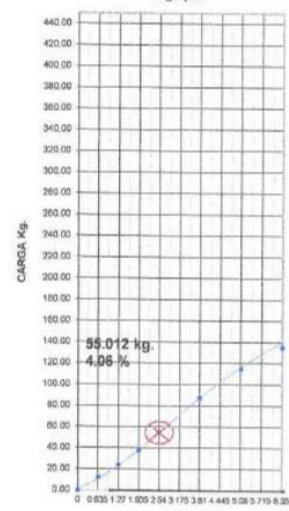
C.B.R. = 10.41% M.D.S. = 1.857 grs./cm³.
56 golpes



C.B.R. = 7.44 % M.D.S. = 1.785 grs./cm³.
25 golpes




C.B.R. = 4.06 % M.D.S. = 1.708 grs./cm³.
12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extracción, identificación y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

C-3

MUESTRA NATURAL
+ 10% DE CENIZAS DE
CARBON VEGETAL



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

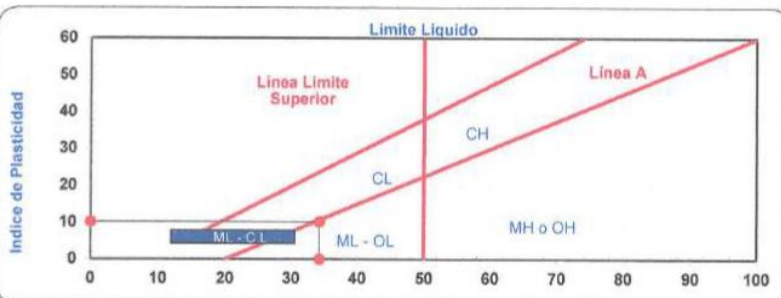
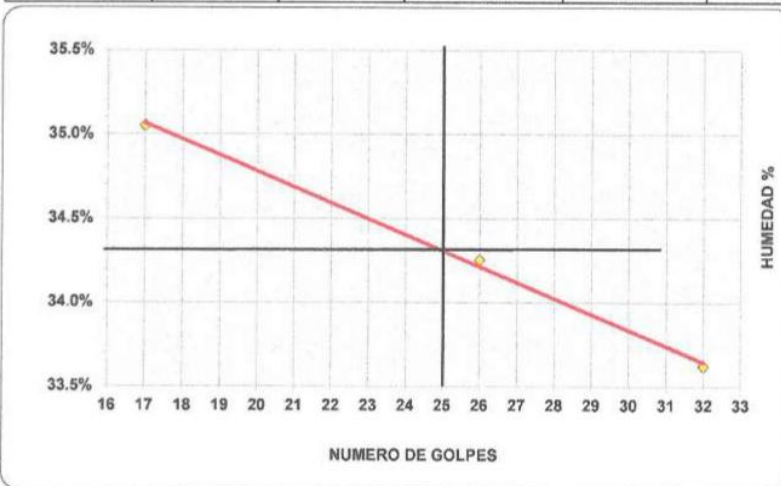
Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84

PROYECTO	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA	SUB RASANTE
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)
MUESTRA	MUESTRA NATURAL + 10% DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL
FECHA	20/06/2022
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Nº de Golpes	Cápsula Nº	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum,	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
32	011	17.43	63.69	52.05	11.64	34.62	33.62%
26	006	22.49	53.18	45.35	7.83	22.86	34.25%
17	008	21.14	65.45	53.95	11.50	32.81	35.05%
L.P.	015	11.52	35.64	31.02	4.62	19.50	23.69%
L.P.	009	11.47	42.56	36.44	6.12	24.97	24.51%



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS


 WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM D 421

MTC E 107

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

MUESTRA MUESTRA NATURAL + 10% DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL

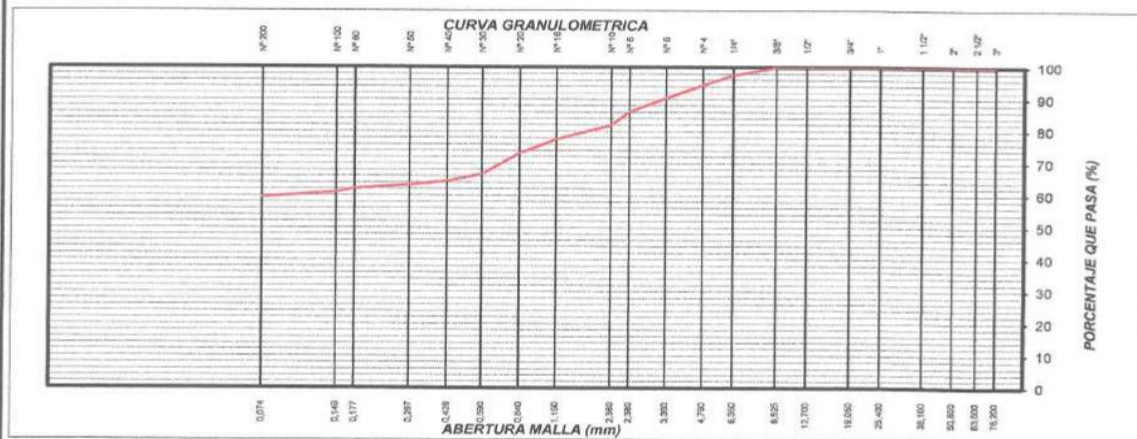
FECHA 20/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA


MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO				DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.	
					Bolonería > 3" :	0.00
					Grava 3" - Nº 4 :	5.44
					Arena Nº4 - Nº 200 :	35.07
					Finos < Nº 200 :	59.48
					Fraccion (SUMA N°8:N°200)	385.66
3"	76.200	0.00	0.00	100		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350	27.83	2.42	97.58		
N° 4	4.750	34.78	3.02	94.56		
N° 6	3.350	48.01	4.17	90.38		
N° 8	2.350	48.21	4.19	86.19		
N° 10	2.000	48.25	4.20	81.99		
N° 15	1.190	51.52	4.48	77.51		
N° 20	0.840	50.54	4.39	73.12		
N° 30	0.590	74.62	6.49	66.63		
N° 40	0.425	25.30	2.20	64.43		
N° 50	0.297	13.31	1.16	63.27		
N° 80	0.177	12.92	1.12	62.15		
N° 100	0.149	12.98	1.13	61.02		
N° 200	0.074	17.66	1.54	59.48		
-200		684.07	59.48	-		
					DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG	
					LIMITE LIQUIDO	34.30
					LIMITE PLASTICO	24.10
					INDICE PLASTICIDAD	10.20
					CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
					ML	A-6 (5)
					CALICATA	ESTRATO
					PROFUNDIDAD (m)	1.50

Peso Inicial: 1150.00



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas

FIRMAS AUTORIZADAS


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

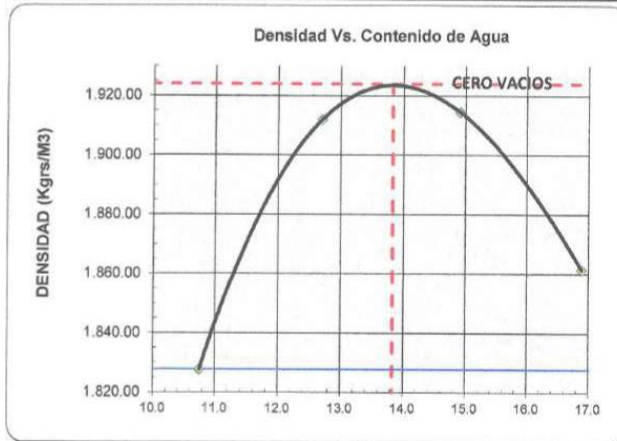
Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557

PROYECTO:	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
ESTRUCTURA	SUB RASANTE
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)
MUESTRA	MUESTRA NATURAL + 10% DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL
FECHA	20-Jun
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	3006.00	10.05	15.00			2105.00
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1	Punto. 2	Punto. 3	Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%	4%	6%	8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	7.267.00	7.542.00	7.637.00	7.586.00		
3 - Peso neto muest. compact. (Gr.), (2-a)	4.261.00	4.536.00	4.631.00	4.580.00		
4 - Recipiente N°.	039	027	022	001		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	105.40	107.33	105.03	101.24		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	477.42	491.41	477.12	492.66		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	441.31	448.12	428.84	436.12		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	36.11	43.29	48.28	56.54		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	335.91	340.79	323.81	334.88		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	10.75	12.70	14.91	16.88		
10.1 - % Humedad al horno promedio	10.75	12.70	14.91	16.88		
10.2 - % Humedad Speedy						
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	2.024.23	2.154.87	2.200.00	2.175.77		
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.827.75	1.911.99	1.914.54	1.861.49		



Coments : _____

Maximun Dry Density	95% Máxim Dry Density	Optimun moisture
1924	1,827.80	13.83%

Humidity Rage for 95%		
Minimum	Rango	Máxim
10.75%	6.1%	16.88%

Tipo de Ensayo	Modificado (A)	Energia compact.
Peso del Mart. (lbs)	10.0	25,226 ft.x lb./ft.3
Altura de caída (in).....	18.0	Vol. cm3: 2105.00
No. de golpes	25	Vol. ft3: 0.0743291
Mat. tamizado por	#4	Fa : 0.0004751
No. de capas	5	Gs : 3.5

FIRMAS AUTORIZADAS



 WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

MUESTRA : MUESTRA NATURAL + 10 % CENIZAS DE CARBÓN VEGETAL

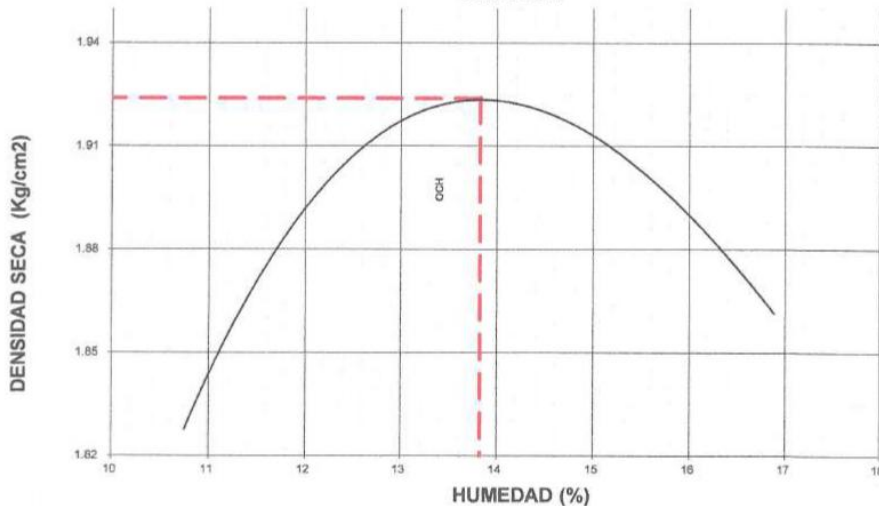
FECHA 20-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.924
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.83
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	12.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.66

ENSAYO CBR

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar
Peso Molde - suelo húmedo	9630		9563		9321	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4877		4660		4557	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.191		2.107		2.015	
% humedad	13.9%		13.9%		13.8%	
Densidad seco gr/cc	1.924		1.85		1.770	
Tarro N°	35	33	12	30	03	15
Tarro - suelo húmedo gr.	96.54	105.83	109.02	97.26	112.02	109.92
Tarro - suelo seco gr.	87.49	95.62	98.91	91.18	102.05	100.04
Agua	9.05	10.21	10.11	6.08	9.97	9.88
Peso del Tarro gr.	22.79	21.25	22.35	21.85	27.92	30.57
Peso del suelo seco gr.	64.7	74.37	76.56	41.82	74.13	69.47
% de humedad	13.99%	13.73%	13.21%	14.54%	13.45%	14.22%
Promedio de humedad %	13.86%		13.88%		13.84%	

PROCTOR



WILLIAM LUIS FAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

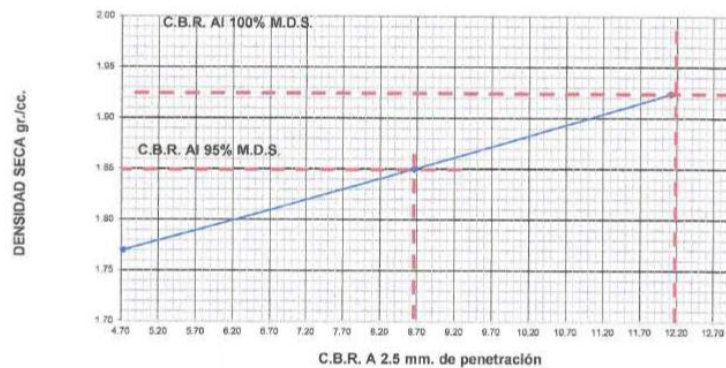
SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA : SUB RASANTE
CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

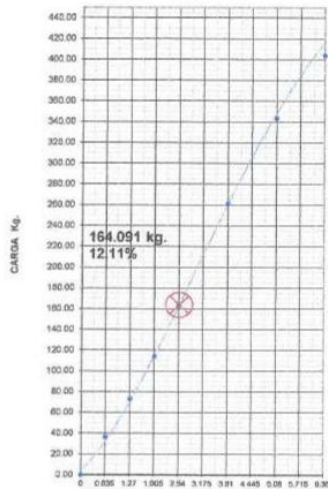
MUESTRA : MUESTRA NATURAL + 10% CENIZAS DE CARBON VEGETAL

FECHA 20-Jun-22

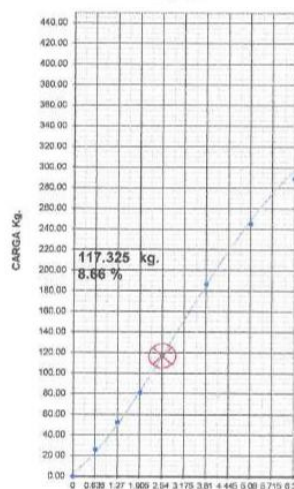
METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.924
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.83
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	12.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.66



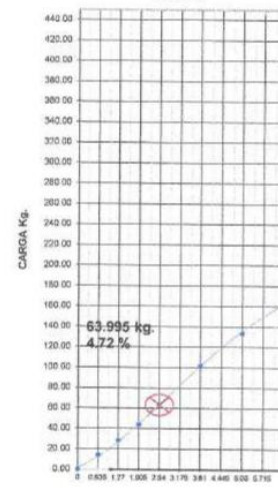
C.B.R. = 12.11% M.D.S. = 1.924 grs./cm³.
56 golpes



C.B.R. = 8.66% M.D.S. = 1.85 grs./cm³.
25 golpes



C.B.R. = 4.72% M.D.S. = 1.77 grs./cm³.
12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extraccion, identificacion y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

C-3

MUESTRA NATURAL
+ 15% DE CENIZAS DE
CARBON VEGETAL



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

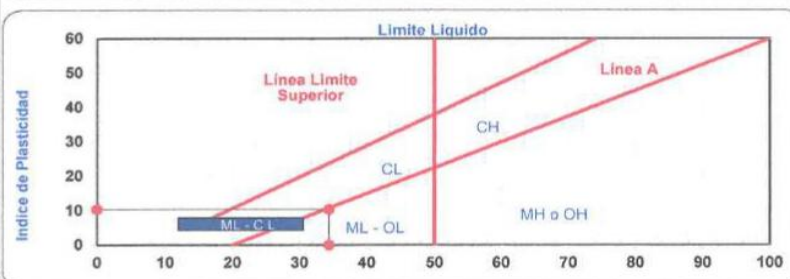
Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO STANDAR PARA LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM 4318-84

PROYECTO	Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022						
SOLICITANTE	ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ						
ESTRUCTURA	SUB RASANTE						
UBICACIÓN	CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)						
MUESTRA	MUESTRA NATURAL + 15 % DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL						
FECHA	20/06/2022						
UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO						
PROFESIONAL	WILLIAM LUIS PAZ MALCA						

Nº de Golpes	Cápsula Nº	Peso de la Cápsula	Peso Cápsula + Suelo Hum,	Peso Cápsula + Suelo Seco	Peso del Agua	Peso del Suelo Seco	Humedad Del Suelo
34	013	19.99	61.74	51.29	10.45	31.30	33.39%
22	004	21.89	56.48	47.56	8.92	25.67	34.75%
15	014	17.52	59.92	48.80	11.12	31.28	35.55%
L.P.	003	11.79	45.12	38.88	6.24	27.09	23.03%
L.P.	006	11.05	40.14	34.32	5.82	23.27	25.01%



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante; salvo recomendaciones adjuntas.

FIRMAS AUTORIZADAS


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP Nº 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

ANALISIS GRANULOMETRICO

ASTM D 421

MTC E 107

PROYECTO Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA SUB RASANTE

UBICACIÓN CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

MUESTRA MUESTRA NATURAL + 15 % DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL

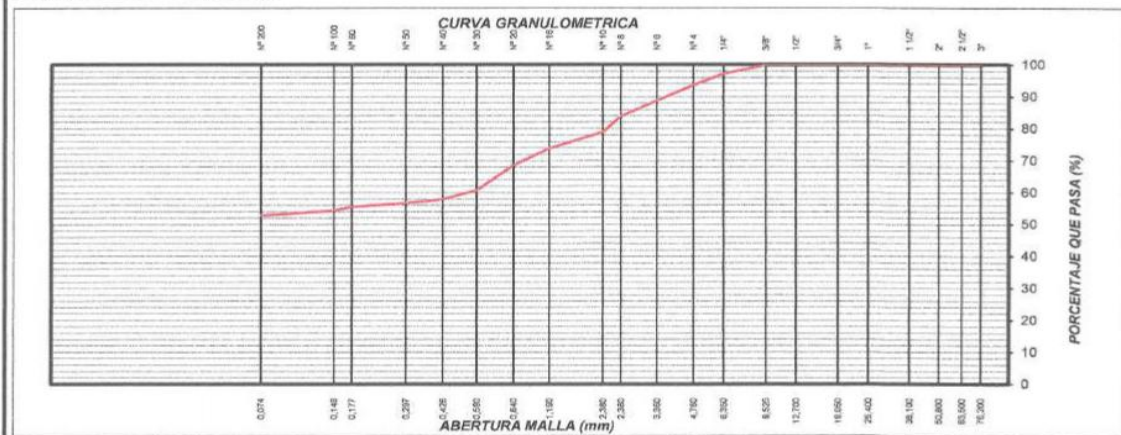
FECHA 20/06/2022

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL WILLIAM LUIS PAZ MALCA

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO				DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.	
3"	76.200	0.00	0.00	100	Bolonería > 3"	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00	Grava 3" - N° 4 :	6.29
2"	50.800	0.00	0.00	100.00	Arena N°4 - N° 200 :	40.82
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	Finos < N° 200 :	52.89
1"	25.400	0.00	0.00	100.00	Fraccion (SUMA N°8:N°200)	392.83
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00	Cu (>6) =	
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	Cc (1 - 3) =	
1/4"	6.350	28.04	2.80	97.20	D60=	
N° 4	4.760	34.90	3.49	93.71	D30=	
N° 6	3.360	48.37	4.84	88.87	D10=	
N° 8	2.380	48.95	4.90	83.97	DATOS DE LIMITES DE ATTERBERG	
N° 10	2.000	50.15	5.02	78.96	LIMITE LIQUIDO	34.41
N° 16	1.190	50.79	5.08	73.88	LIMITE PLASTICO	24.02
N° 20	0.840	52.99	5.30	68.58	INDICE PLASTICIDAD	10.39
N° 30	0.590	78.80	7.88	60.70	CLASIFICACION	
N° 40	0.426	26.66	2.67	58.04	SUCS	AASHTO
N° 50	0.297	12.79	1.28	56.76	ML	A-6 (4)
N° 80	0.177	12.17	1.22	55.54		
N° 100	0.149	11.16	1.12	54.42	CALICATA ESTRATO	
N° 200	0.074	15.38	1.54	52.89		
-200		528.85	52.89	-	PROFUNDIDAD (m)	1.50

Peso Inicial: **1000.00**



Comentario : La interpretación de los resultados de ensayo es de exclusiva responsabilidad del solicitante, salvo recomendaciones adjuntas

FIRMAS AUTORIZADAS

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

METODO DE ENSAYO PARA RELACION DE HUMEDAD-DENSIDAD PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557

PROYECTO: Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITANTE: ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA: SUB RASANTE

UBICACIÓN: CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

MUESTRA: MUESTRA NATURAL + 15% DE CENIZAS DE CARBON VEGETAL

FECHA: 20-Jun

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROFESIONAL: WILLIAM LUIS PAZ MALCA

Datos del Molde						
No. de Molde	(a) Peso (Gr.)	Altura (Cm)	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro 3	(V) Volumen
1	3006.00	10.05	15.00			2105.00
DESCRIPCION	Ensayo N°					
	Punto. 1	Punto. 2	Punto. 3	Punto. 4		
1 - Cantidad de agua añadida (Cm3)	2%	4%	6%	8%		
2 - Peso del molde + Muest. Compac. (Gr.)	7.296.00	7.592.00	7.668.00	7.641.00		
3 - Peso neto muestr. compact. (Gr.), (2-a)	4,290.00	4,586.00	4,662.00	4,635.00		
4 - Recipiente N°.	034	013	014	040		
5 - Peso del recipiente (Gr.)	102.85	101.91	108.52	106.99		
6 - Peso húmedo + recipiente (Gr.)	470.95	504.14	481.45	478.91		
7 - Peso seco + recipiente (Gr.)	435.87	458.88	434.17	426.15		
8 - Peso del agua (Gr.), (6-7)	35.08	45.26	47.28	52.76		
9 - Peso neto seco (Gr.) (7-5)	333.02	356.97	325.65	319.16		
10 - % Humedad al horno (100 x 8/9)	10.53	12.68	14.52	16.53		
10.1 - % Humedad al horno promedio	10.53	12.68	14.52	16.53		
10.2 - % Humedad Speedy						
11 - Densidad Húmeda (Kgr/m3), (3 x Fa)	2.038.00	2.178.62	2.214.73	2.201.90		
12 - Densidad seca al horno (11 / (10.1+100))	1.843.78	1.933.48	1.933.94	1.889.54		



Coments : _____

Maximum Dry Density	95% Máximum Dry Density	Optimum moisture
1941	1,843.95	13.58%

Humidity Range for 95%		
Minimum	Rango	Máximum
10.53%	6.0%	16.53%

Tipo de Ensayo Modificado (A) Energía compact. _____

Peso del Mart. (lbs) 10.0 25,226 ft.x lb./ft.3

Altura de caída (in) 18.0 Vol. cm3: 2105.00

No. de golpes 25 Vol. ft3: 0.0743291

Mat. tamizado por #4 Fa : 0.0004751

No. de capas 5 Gs : 3.5

FIRMAS AUTORIZADAS


 WILLIAM LUIS PAZ MALCA
 INGENIERO CIVIL
 REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA : SUB RASANTE

UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

MUESTRA : MUESTRA NATURAL + 15% CENIZAS DE CARBÓN VEGETAL

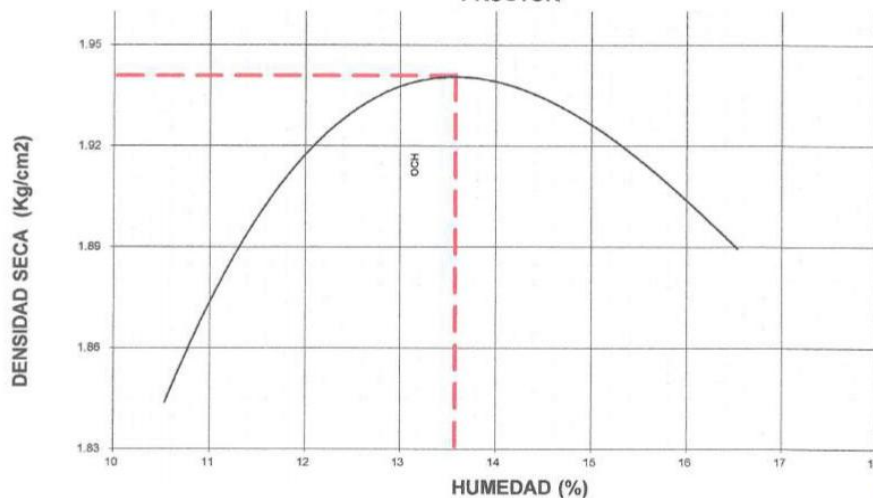
FECHA 20-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.941
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.58
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	12.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.78

ENSAYO CBR

Molde N°	1C		1B		1A	
	56		25		12	
Golpes por Capa N°						
COND. DE LA MUESTRA	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar
Peso Molde +/- suelo húmedo	9658		9591		9351	
Peso del Molde gr.	4753		4903		4764	
Peso del Suelo húmedo gr.	4905		4688		4587	
Volumen del suelo cc.	2225.74		2211.56		2262.09	
Densidad humedad gr/cc	2.204		2.120		2.028	
% humedad	13.5%		13.6%		13.5%	
Densidad seco gr/cc	1.941		1.866		1.786	
Tarro N°	9	12	19	13	10	5
Tarro +/- suelo húmedo gr.	103.29	114.87	105.42	100.98	86.09	87.68
Tarro +/- suelo seco gr.	93.48	104.46	96.34	95.33	78.33	80.28
Agua	9.81	10.41	9.08	5.65	7.76	7.4
Peso del Tarro gr.	23.01	25.47	30.04	28.97	22.25	24.33
Peso del suelo seco gr.	70.47	78.99	66.3	41.82	56.08	55.95
% de humedad	13.92%	13.18%	13.70%	13.51%	13.84%	13.23%
Promedio de humedad %	13.55%		13.61%		13.54%	

PROCTOR



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

REPRESENTACION GRAFICA DEL C.B.R.

PROYECTO : Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

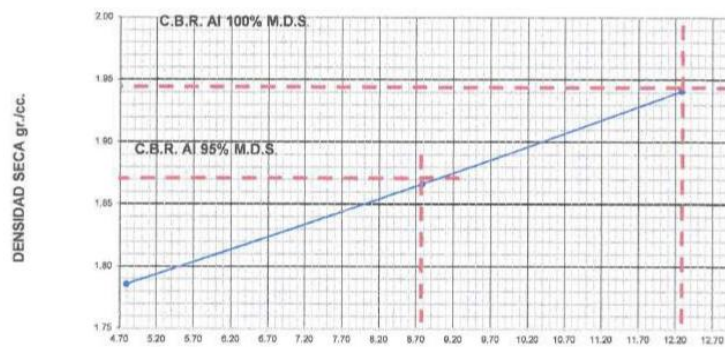
SOLICITA : ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ

ESTRUCTURA : SUB RASANTE
UBICACIÓN : CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)

MUESTRA : MUESTRA NATURAL + 15 % CENIZAS DE CARBON VEGETAL

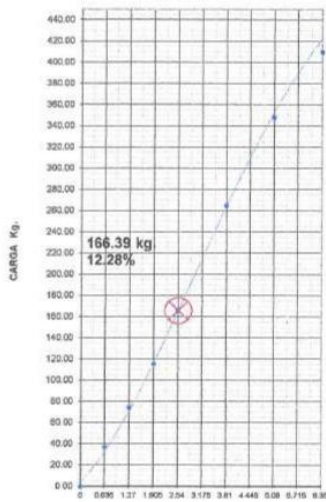
FECHA 20-Jun-22

METODO DE COMPACTACION	A
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr./cc.)	1.941
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.58
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	12.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	8.78

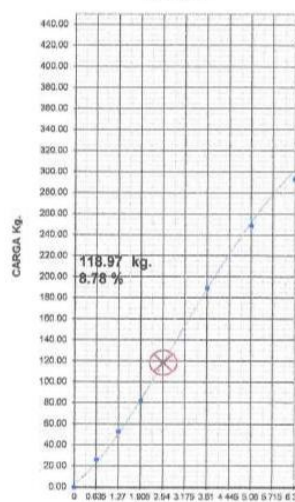


C.B.R. A 2.5 mm. de penetración

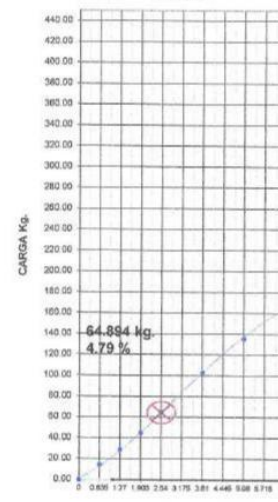
C.B.R. = 12.28% M.D.S. = 1.941 grs./cm³.
56 golpes



C.B.R. = 8.78% M.D.S. = 1.866 grs./cm³.
25 golpes



C.B.R. = 4.79% M.D.S. = 1.785 grs./cm³.
12 golpes



PENETRACION (m.m.)

OBSERVACIONES: La extraccion, identificacion y transporte de materiales a nuestro laboratorio, fueron realizados por el solicitante.

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

RESUMEN



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.
Ingeniería Especializada en Control de Calidad

RESUMEN GENERAL ENSAYOS DE LABORATORIO MATERIAL DE PLATAFORMA A NIVEL DE SUB RASANTE MUESTREADO EN PLATAFORMA

PROYECTO: CENIZAS DE CARBÓN COMO ESTABILIZANTES DE SUELOS COHESIVOS PARA VÍAS AFIRMADAS
EN LA CALLE CAJAMARCA, CARAPONGO, LURIGANCHO, LIMA 2022

SOLICITANTE: ANTONY MICHEL ARROYO CHAVEZ
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ITEM	FECHA	UBICACIÓN/DESCRIPCIÓN	RESUMEN % GRANULOMÉTRICO QUE PASA													LÍMITES			CLASIFICACIÓN		PROCTOR		CBR				
			RESUMEN % GRANULOMÉTRICO QUE PASA													LÍMITES		CLASIFICACIÓN		PROCTOR							
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 100	N° 200	HUMEDAD	LL	LP	IP	M.D.S.	O.C.H.	M.F.C.E.15							
		CALICATA	M.F.C.E.10%													M.F.C.E.10%	M.F.C.E.10%	M.F.C.E.11%	SUCS	ASBITO			Ensayo especial				
01	10/06/2022	CALICATA 1 CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE PIURA Y CALLE BUENOS AIRES)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	94.0	80.6	62.4	56.3	57.2	15.76	34.47	23.85	10.62	CL	A-6 (5)	1.768	14.21	4.64	6.49				
02	10/06/2022	CALICATA 2 CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE BUENOS AIRES Y CALLE EL PORTILLO)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.4	83.1	64.0	59.6	58.3	18.82	35.51	22.84	12.67	CL	A-6 (6)	1.714	14.69	4.95	6.92					
03	10/06/2022	CALICATA 3 CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE EL PORTILLO Y CALLE SAUCES)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.6	79.4	60.1	55.6	54.3	17.15	35.28	22.64	12.64	CL	A-6 (5)	1.786	14.48	4.49	6.28					
04	10/06/2022	CALICATA 4 CALLE CAJAMARCA (ENTRE CALLE SAUCES Y CALLE HUANCAYO)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.9	80.5	61.7	57.8	56.4	16.25	33.40	22.08	11.32	CL	A-6 (5)	1.735	14.82	4.69	6.56					
CON ADICIÓN DE CENIZAS DE CARBÓN VEGETAL																											
05	20/06/2022	CALICATA 3 MUESTRA NATURAL + 5% DE CENIZAS DE CARBÓN VEGETAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	89.8	77.1	60.7	56.0	56.6	34.80	23.66	11.14	CL	A-6 (5)	1.857	14.11	7.44	10.41						
06	20/06/2022	CALICATA 3 MUESTRA NATURAL + 10% DE CENIZAS DE CARBÓN VEGETAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	94.6	82.0	64.4	61.0	59.5	34.30	24.10	10.20	MIL	A-6 (5)	1.924	13.83	8.66	12.11						
07	20/06/2022	CALICATA 3 MUESTRA NATURAL + 15% DE CENIZAS DE CARBÓN VEGETAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.7	79.0	58.0	54.4	52.9	34.41	24.02	10.39	MIL	A-6 (4)	1.941	13.58	8.78	12.28						

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

Anexo 6. *Certificados de Calibración de Equipos.*

CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 48121



Fecha de emisión 2021/09/24
Solicitante CONGEOOTEK INGENIEROS S.A.C.
Dirección CAR. MARGINAL LAS HEROINAS NRO. SN CERCADO JUNIN - SATIPO - SATIPO
Instrumento de medición **BALANZA**
Identificación 0514-039-2021
Intervalo de indicación 1500 g
División de escala Resolución 0.2 g
División de verificación (e) 0.2 g
Tipo de indicación Digital
Marca / Fabricante OHAUS
Modelo VIIP15T
N° de serie 90912307
Procedencia USA
Lugar de calibración CONGEOOTEK INGENIEROS S.A.C.
Fecha de calibración 2021/09/24

Método/Procedimiento de calibración
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrología Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 7500 g			Carga L1= 15000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	7500.0	0.07	-0.12	15000	0.05	-0.1
2	7500.0	0.07	-0.15	15000	0.04	-0.12
3	7500.0	0.08	-0.12	15000	0.05	-0.13
4	7500.0	0.06	-0.11	15000	0.04	-0.1
5	7500.0	0.07	-0.12	15000	0.03	-0.11
6	7500.0	0.07	-0.13	15000	0.05	-0.12
7	7500.0	0.06	-0.11	15000	0.04	-0.13
8	7500.0	0.07	-0.12	15000	0.05	-0.1
9	7500.0	0.09	-0.12	15000	0.04	-0.11
10	7500.0	0.08	-0.1	15000	0.05	-0.12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)		Error Máximo Permitido (g)			
7500	0		1			
15000	0		5			

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



WILLIAM LUIS PÁZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. V.V. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD										
Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀					
	Carga Min ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07	
2		1	0.07	-0.02			500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0			500	0.08	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03			500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02			500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE									
Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1.0	1.0	0.07	-0.02						1
5.0	5.0	0.06	0.01	0.01	5.0	0.04	0.01	0.03	1
10.0	10.0	0.06	-0.01	0.01	10.0	0.02	-0.07	-0.05	1
500.0	500.0	0.05	0	0	500.0	0.02	-0.07	-0.05	1
1000.0	1000.0	0.04	0	0	1000.0	0.06	-0.01	0.01	1
2500.0	2500.0	0.07	0.01	0.01	2500.0	0.06	-0.01	0.01	1
4000.0	4000.0	0.06	-0.02	0.02	4000.0	0.05	0	0.02	1
5000.0	5000.0	0.07	-0.05	0.03	5000.0	0.06	-0.1	-0.09	1
8000.0	8000.0	0.04	0.01	0.01	8000.0	0.06	-0.21	-0.09	5
10000.0	10000.0	0.05	0.09	0.03	10000.0	0.07	-0.12	-0.02	5
15000.0	15000.0	0.09	0.1	0.09	15000.0	0.09	-0.21	-0.21	5

Leyenda

- I: Indicación de la balanza
- ΔL: Carga Incrementada
- E: Error encontrado
- E₀: Error en cero
- E_c: Error corregido
- EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición: $U_{95} = 2 \cdot \sqrt{0.18558 \text{ g}^2 + 0.0000000004806 \text{ g}^2}$
 Lectura Corregida: $R_{\text{correctada}} = R + 0.0312531 \text{ g}$
 R: Indicación de lectura de balanza (g)

ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP.003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121





Fecha de emisión 2021/09/24
Solicitante CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.
Dirección CAR. MARGINAL LAS HEROINAS NRO. SN CERCADO JUNIN - SATIPO - SATIPO
Instrumento de medición **BALANZA**
Identificación 0513-039-2021
Intervalo de indicación 30000 g
División de escala 1 g
Resolución
División de verificación (e) 1 g
Tipo de indicación Digital
Marca / Fabricante PATRICKS
Modelo NO INDICA
N° de serie B024
Procedencia CHINA
Lugar de calibración CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.
Fecha de calibración 2021/09/24

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú.
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 1kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa Patrón	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.12	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5

ARSOU GROUP S.A.C

Hg. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1.0	1.0	0.07	-0.02						1
5.0	5.0	0.04	0.01	0.01	5.0	0.04	0.01	0.03	1
10.0	10.0	0.03	-0.01	0.01	10.0	0.04	-0.03	-0.05	1
500.0	500.0	0.05	0	0	500.0	0.02	-0.07	-0.05	1
1000.0	1000.0	0.06	0	0	1000.0	0.06	-0.04	0.01	1
2500.0	2500.0	0.04	0.01	0.01	2500.0	0.06	-0.01	0.01	1
5000.0	5000.5	0.06	-0.02	0.02	5000.5	0.05	0	0.02	1
10000.0	10000.0	0.07	-0.05	0.03	10000.0	0.06	-0.3	-0.05	1
15000.0	14999.5	0.15	0.01	0.01	14999.5	0.15	0.43	0.18	5
20000.0	20000.0	0.05	0.09	0.03	20000.0	0.07	-0.12	-0.02	5
30000.0	29999.5	0.09	0.15	0.18	29999.5	0.09	-0.28	-0.24	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado
E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_x = 2 \cdot \sqrt{0.16706 \text{ g}^2 + 0.0000000008320 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{Corregida}} = R + 0.844 \cdot 10^{-6} \cdot R$

R: Indicación de lectura de balanza (g)

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com





Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0509-039-2021

Página 1 de 5

Fecha de emisión 2021/09/24
Solicitante CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.
Dirección CAR. MARGINAL LAS HEROINAS NRO. SN CERCADO JUNIN - SATIPO - SATIPO
Instrumento de medición HORNO DE LABORATORIO
Identificación 0509-039-2021
Marca A&A INSTRUMENT
Modelo STHY-2A
Serie 190933
Cámara 136 Litros
Ventilación NATURAL
Pirometro DIGITAL
Procedencia PERÚ
Ubicación CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.
Fecha de calibración 2021/09/24
Método/Procedimiento de calibración
- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.




WILLIAM LUÍS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carbón
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arso Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0509-039-2021

Página 2 de 5

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	TERMOMETRO CON SENSORES MARCA: LUTRON	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.8	110.1	110.0	110.5	110.3	110.6	110.6	1.0
00:02	110	110.5	110.5	111.0	110.6	110.8	110.7	110.5	110.9	110.1	110.4	110.6	0.9
00:04	110	110.7	110.4	110.6	110.7	110.5	110.4	110.5	110.1	110.5	111.0	110.5	0.9
00:06	110	110.8	110.9	110.4	110.6	110.7	110.3	110.0	110.6	110.1	110.5	110.5	0.9
00:08	110	110.5	110.0	110.5	110.5	110.1	110.7	110.2	110.5	110.6	110.7	110.4	0.7
00:10	110	110.3	110.6	110.8	110.0	110.8	110.1	110.7	110.1	110.1	110.1	110.4	0.8
00:12	110	110.7	111.0	110.3	110.3	110.5	110.3	110.0	110.1	110.1	110.7	110.4	1.0
00:14	110	110.8	110.5	110.1	110.3	110.1	110.6	110.2	110.6	110.1	110.9	110.4	0.8
00:16	110	110.2	110.0	110.2	110.7	110.3	110.3	111.0	110.4	110.5	110.9	110.5	1.0
00:18	110	110.4	110.3	110.8	110.0	110.7	110.1	110.0	110.8	110.2	110.2	110.4	0.8
00:20	110	110.1	110.1	110.8	110.9	110.8	110.5	110.7	110.5	111.0	110.7	110.6	0.9
00:22	110	110.4	110.7	110.7	110.7	110.4	110.1	110.3	110.3	110.5	111.0	110.5	0.9
00:24	110	110.8	110.4	110.5	110.6	110.0	110.4	110.3	110.5	110.1	110.7	110.4	0.8
00:26	110	110.3	110.4	110.5	110.3	110.0	110.7	110.7	110.3	110.5	110.7	110.4	0.7
00:28	110	110.9	110.5	110.1	110.9	110.4	110.7	110.9	110.4	111.0	110.7	110.7	0.9
00:30	110	110.4	110.2	110.0	110.7	110.9	110.2	110.4	110.0	110.2	110.9	110.4	0.9
00:32	110	110.7	110.5	110.4	110.7	110.7	110.4	110.8	110.4	110.7	110.5	110.6	0.4
00:34	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.3	110.5	110.1	110.7	110.0	110.6	110.4	0.7
00:36	110	110.8	110.7	110.7	110.6	110.4	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.5	0.7
00:38	110	110.5	110.1	110.5	110.9	110.6	110.6	110.7	110.2	110.4	110.4	110.5	0.8
00:40	110	110.2	111.0	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	110.5	110.5	110.3	110.5	0.8
00:42	110	110.0	110.5	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.1	110.9	110.4	0.9
00:44	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.1	110.9	110.6	110.2	110.5	110.7	110.6	0.9
00:46	110	110.2	110.5	110.2	110.9	110.4	110.7	110.8	110.3	110.3	111.0	110.5	0.8
00:48	110	110.1	110.8	110.1	110.8	110.7	110.4	110.6	110.0	110.4	110.5	110.4	0.8
00:50	110	110.8	110.8	110.4	110.7	110.7	110.2	110.8	111.0	110.1	110.5	110.6	0.9
T. PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0	111.0	
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	

Nomenclatura

- T P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo
- Tm Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo
- T P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total
- T M I a Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total
- T M I a Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121

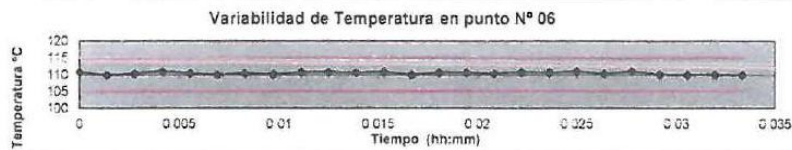
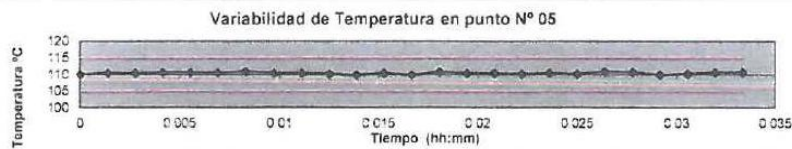
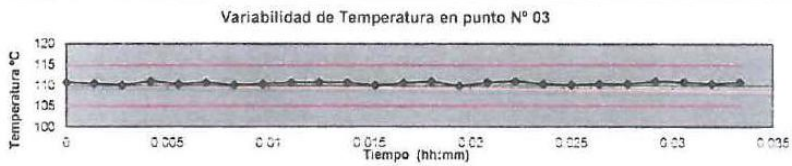
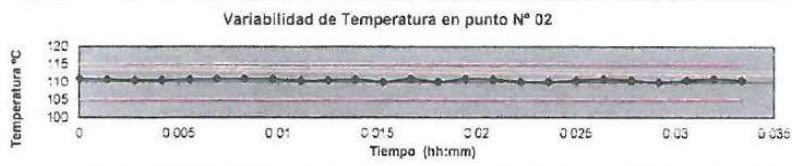
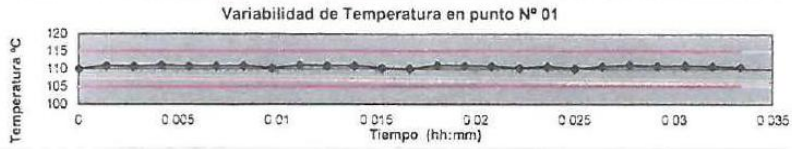
ARSO GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carales
METROLOGÍA

ARSO GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 496-8887 / + 51 301 4680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsogroup.com
www.arsogroup.com

GRÁFICO

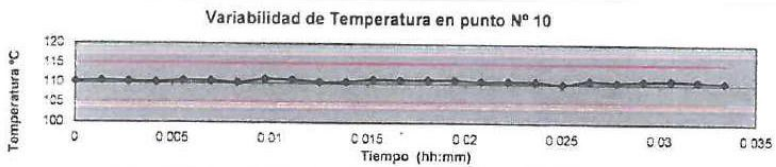
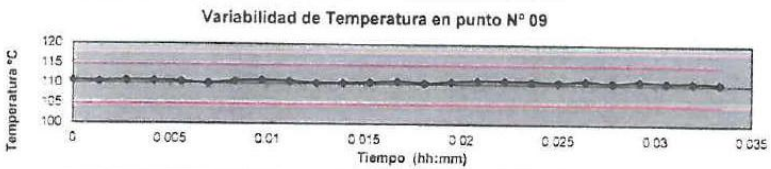
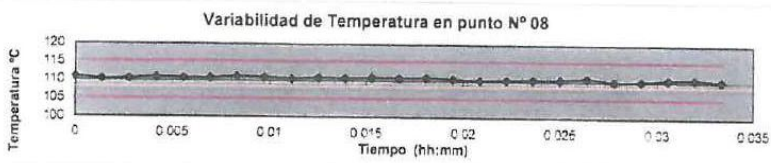



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

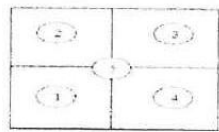


ARSOU GROUP S.A.C.

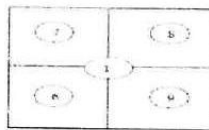
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR




WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. Hugo Luis Arévalo Carasca
METROLOGÍA

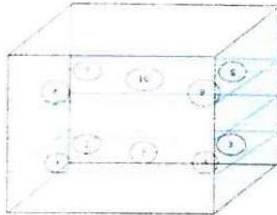


Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0509-039-2021

Página 5 de 5

GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CAL/BRADO"




WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01. San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 496-8887 / +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	152.4 mm \pm 0.7 mm
Altura	116.4 mm \pm 0.5 mm
Volumen	2 124 cm ³ \pm 25 cm ³
Serie	069

El Molde Próctor Modificado ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557
NTP 339.141 / MTC E 115


Lima, 01 de diciembre de 2020

Aprobado:




PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MIHAYA
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA




WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
ventas@perutest.com.pe
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz-D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0510-039-2021

Página 1 de 3

Fecha de emisión	2021/09/24
Solicitante	CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.
Dirección	CAR. MARGINAL LAS HEROINAS NRO. SN CERCADO JUNIN - SATIPO - SATIPO
Instrumento de medición	PRESA CBR CON CELDA DE CARGA
Identificación	0510-039-2021
Marca Prensa	ARSOU
Modelo	PR402
Serie	202019
Celda de Carga	TIPO S
Modelo	NO INDICA
Indicador	DIGITAL
Modelo	DD-KC1
Serie	4919000049
Procedencia	PERÚ
Lugar de calibración	CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.
Fecha de calibración	2021/09/24

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.


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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.




WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
PEG CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.
Ing. M.  Arévalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de ARSOUGROUP	Celda de Carga de 5 TN	LF-114-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °c
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	500.1	499.9	0.02	-0.02	500.0	0	0.03
1000	1000.1	999.5	0.01	-0.05	999.8	-0.02	0.04
1500	1499.4	1498.9	-0.04	-0.07	1499.2	-0.06	0.02
2000	2000.6	1999.1	0.03	-0.05	1999.9	-0.01	0.05
2500	2502.4	2501.6	0.1	0.06	2502.0	0.08	0.02
3000	2998.1	2999.7	-0.06	-0.01	2998.9	-0.04	0.04
3500	3499.2	3497.9	-0.02	-0.06	3498.6	-0.04	0.03
4000	4001.9	4001.1	0.05	0.03	4001.5	0.04	0.01

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C

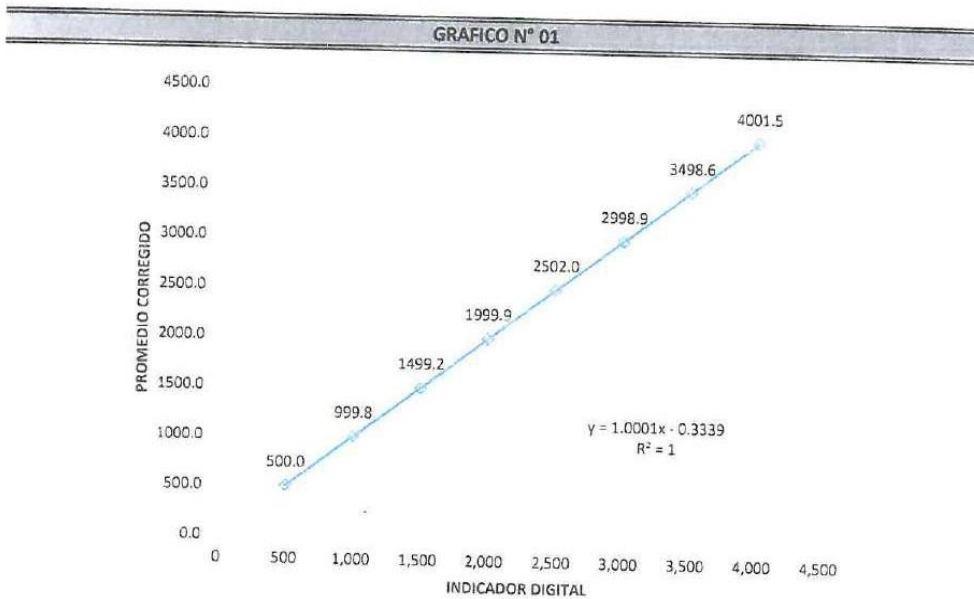
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0001x - 0,3339$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



ARSOU GROUP S.A.C

Ingeniero Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 978 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION CONO DE ABSORCIÓN DE ARENAS CON PISÓN

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Cono	Material: Acero Inoxidable Diámetro Superior: 40mm \pm 3,00 mm Diámetro Inferior: 90 mm \pm 3,00 mm Altura: 75mm \pm 3.00 mm
Pisón	Diámetro: 25,4 mm \pm 3,00 mm Largo: 168 mm Peso :340 g \pm 15 g
Serie	069

El Cono de absorción de arena con pisón ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C – 128
NTP 400.022

Lima, 12 de diciembre del 2020

Aprobado:



PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES BUNAYA
C.E.P. TECNICO Y METROLOGIA




WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121

☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
✉ ventas@perutest.com.pe
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0518-039-2021

Fecha de emisión 2021/09/24

Solicitante CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Dirección CAR.MARGINAL LAS HEROINAS NRO. SN CERCADO (FRENTE AL GRIFO ORTEGA) JUNIN - SATIPO - SATIPO

Instrumento de medición ABRASIÓN LOS ANGELES

Identificación 0518-039-2021

Marca STEEL PRODUCTS

Modelo NO INDICA

Serie M-168

Estructura FIERRO

Carga abrasiva 12 BILLAS

Procedencia PERÚ

Lugar de calibración CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Fecha de calibración 2021/09/24

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Ángeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2000) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2000, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 131- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Balanza de 30 kg x 1 g - OHAUS	0575-MPES-C-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,8 °C	Final: 22,8 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar


Resultados

Dimensiones cilindro : Long Int. 20" x Diam Int 28" +/- 0.2" .


N° DE VUELTAS POR NORMA	INDICACIÓN TIEMPO PROMEDIO	
	ENSAYO 1	30 - 33
	31	T Prom.: 1':00"
ENSAYO 2	500	15':15" <T<17':06"
		T Prom.: 16':13"
ENSAYO 3	1000	30':30" <T<33':33"
		T Prom.: 32':26"

Medición	Diámetro de las Esferas (mm)	Diámetro de las Esferas (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)
Nro.	1era Lectura	2da Lectura	47 ± 0.63	
1	46.060	46.400	46.230	0.01
2	46.050	46.050	46.050	0.01
3	46.990	46.990	46.990	0.01
4	47.080	47.000	47.040	0.01
5	46.990	46.990	46.990	0.01
6	46.050	46.040	46.045	0.01
7	46.990	46.990	46.990	0.01
8	47.000	46.990	46.995	0.01
9	46.990	46.990	46.990	0.01
10	46.040	46.040	46.040	0.01
11	47.000	47.000	47.000	0.01
12	46.050	46.040	46.045	0.01




WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121

ARSOU GROUP S.A.C.
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Pesaje	Peso de las billas (Carga Abrasiva)	Incertidumbre (g.)
Nro.	417,5 + 27,5	
1	398	1.00
2	398	1.00
3	425	1.00
4	425	1.00
5	425	1.00
6	398	1.00
7	425	1.00
8	425	1.00
9	425	1.00
10	398	1.00
11	425	1.00
12	398	1.00
Total	4965	

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"





WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
PEG CIP N° 49121

Anexo 7. Panel fotográfico.



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

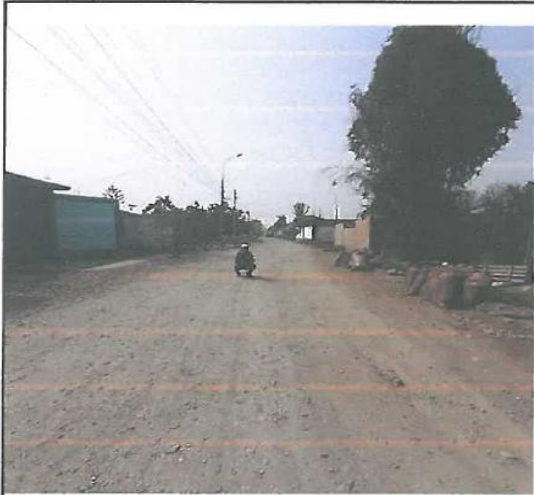


FIGURA N°1 : Se muestra el estado de la vía ubicado entre la Calle Piura y la Calle Buenos Aires.

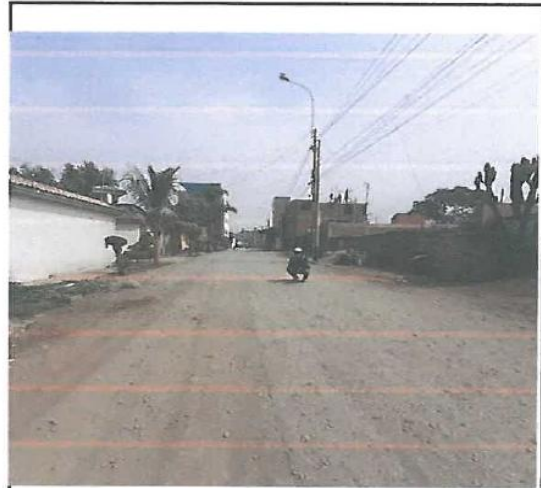



FIGURA N°2 : Entre la Calle Piura y la Calle Buenos Aires se aprecia una vía desolada.



FIGURA N°3 : En esta imagen se aprecia la acumulación de producto fértil (huano).



FIGURA N°4 : En tre la Calle Piura y la Calle Buenos aires se visualiza el sector agrícola.



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Genizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

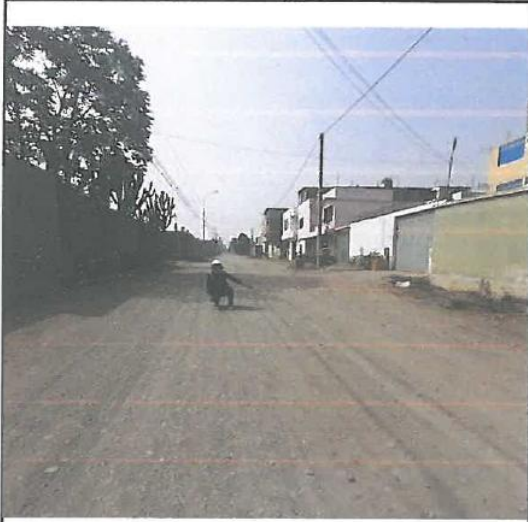


FIGURA N°5 :Entre la Calle Buenos aires y el Portillo se muestra una vía desolada .



FIGURA N°6 :Se muestra el sector agrícola entre la calle Buenos Aires y El Portillo.



FIGURA N°7 :Se muestra el estado de la vía ubicado entre la Buenos Aires y El Portillo.

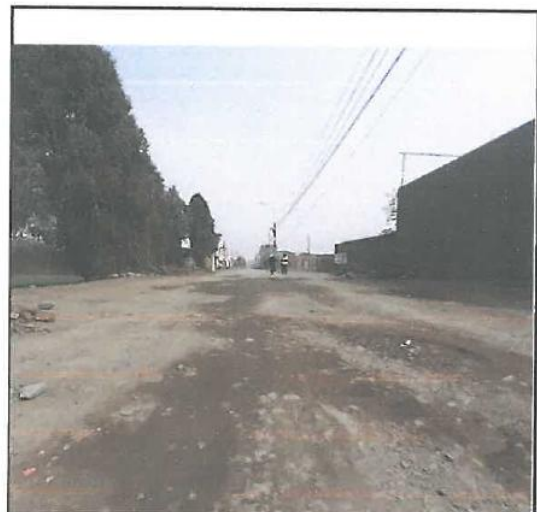


FIGURA N°8 :Se muestra la vía totalmente accidentada.


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

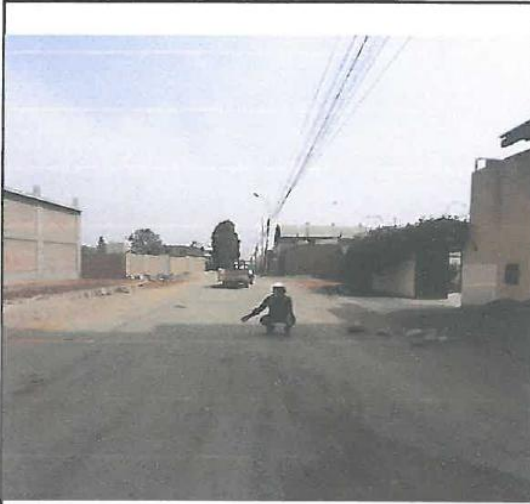


FIGURA N°9 :E ntre la Calle El Portillo y Saucés se muestra la vía totalmente accidentada.



FIGURA N°10 :Se muestra los baches o agujerón en la vía .

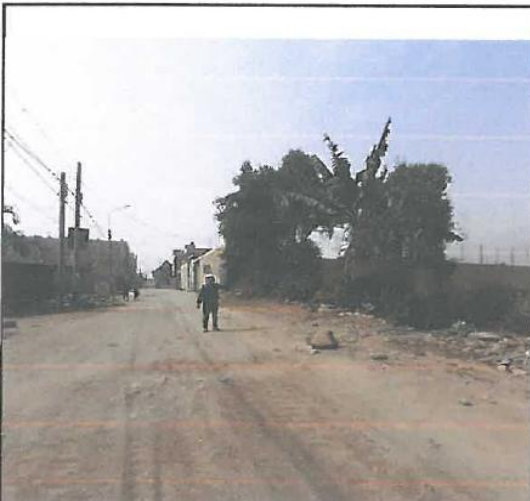


FIGURA N°11 :Entre la Calle El Portillo y Saucés se muestra una vía desolada .

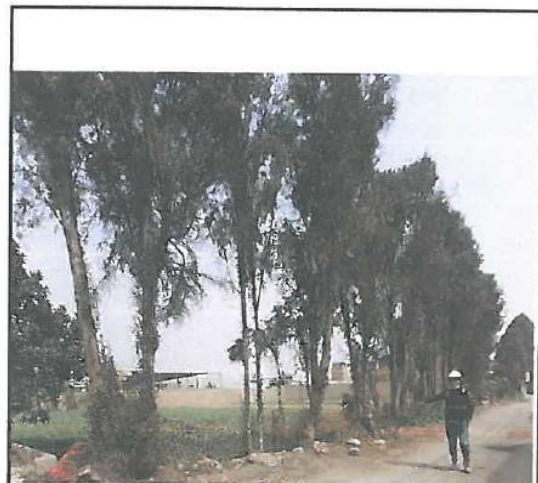



FIGURA N°12 :En la calle El Portillo y Saucés se muestra el sector agrícola.


WILLIAM LUJÁN PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

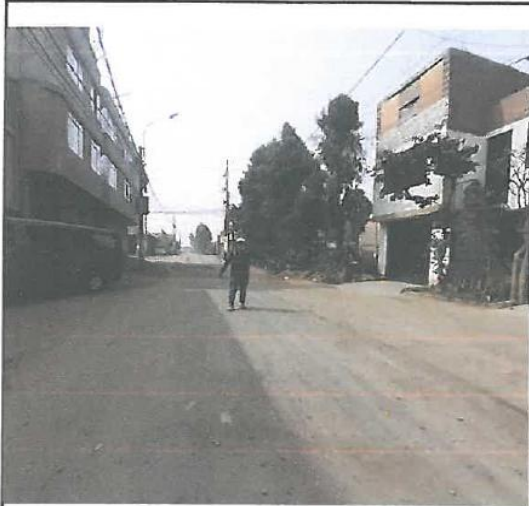


FIGURA N°13 :Entre la calle Sauces y Huancayo se muestra la vía accidentada

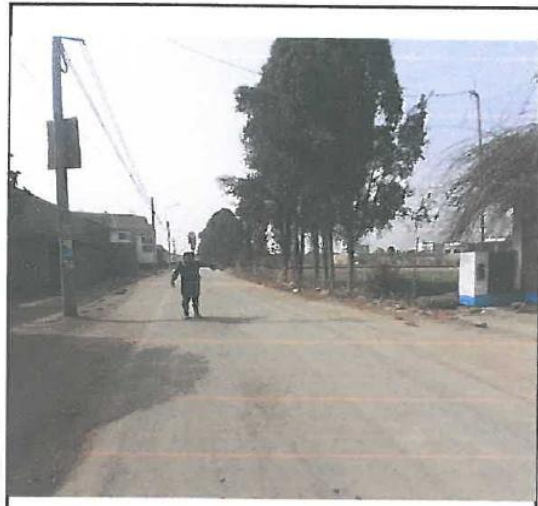


FIGURA N°14 :Se muestra la vía sin flujo vehicular.



FIGURA N°15 :Entre la calle Sauces y Huancayo se muestra el sector agrícola.

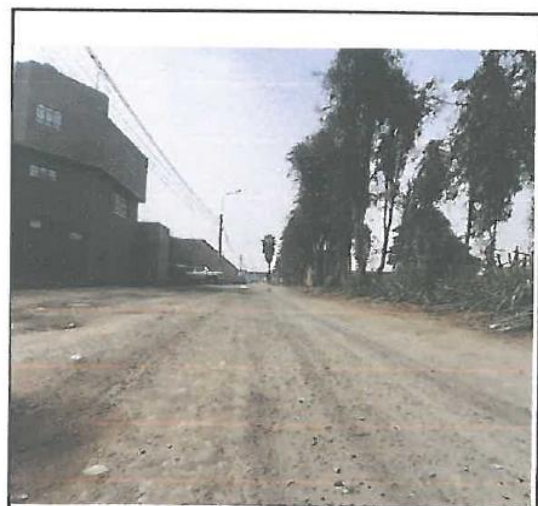



FIGURA N°16 :Se muestra la vía totalmente desolada


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°17 :Entre las Calles El Portillo y Sauces se muestra el desmonte de materiales.



FIGURA N°18 :Se muestra un punto de botadero clandestino.

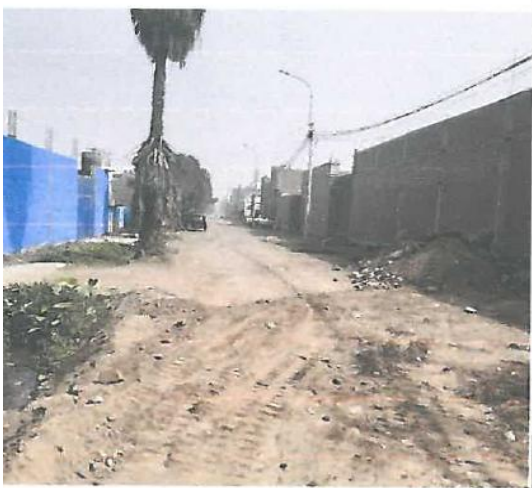


FIGURA N°19 :Entre la calle Sauces y Huancayo se evidencia restos de materiales tendido en la vía.

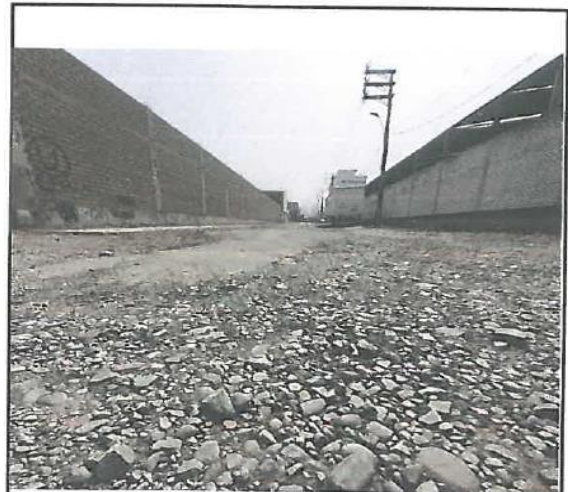


FIGURA N°20 :Se muestra un recurso que los pobladores toman para tappar los huecos de la vía

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

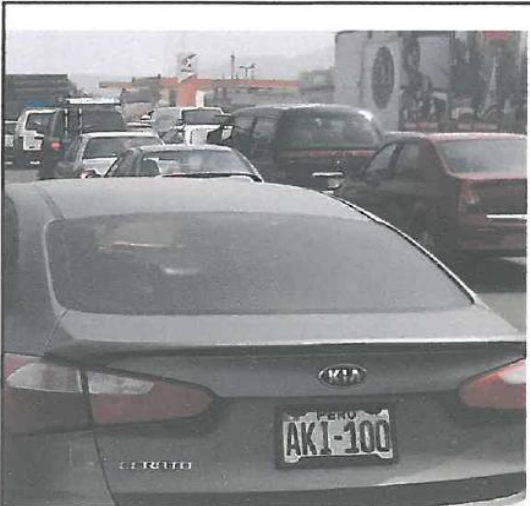


FIGURA N°21 : Se muestra un conflicto vehicular en la vía principal de carapongo.



FIGURA N°22 : El tráfico es un factor constante en la vía principal.



FIGURA N°23 :Se muestra el tráfico muy desordenado en la vía principal.



FIGURA N°24 :Se muestra el tránsito de vehículos pesados.

WILLIAM LUIS DIEZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°25 : Ejecucion de la calicata N°1 ubicado entre la calle piura y la calle buenos aires.

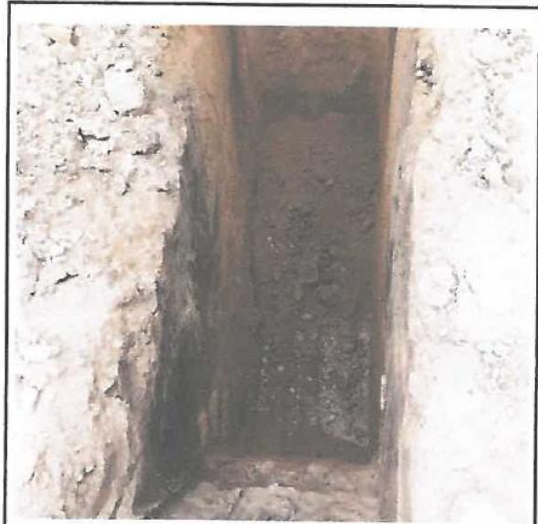



FIGURA N°26 : Se muestra el perfil estratigrafico de la calicata 1.



FIGURA N°27 : La calicata N°1 tiene 1.5 mteros de profundidad,



FIGURA N°28 : Se realizo el ensayo de analisis granulometrico de la calicata 1.



WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°29 :Se realizo el lavado de material por el tamiz N°200 como proceso de ensayo .



FIGURA N°30 : Se realizo el ensayo de limite liquido y limite plastico para el material extraido de la calicata N°1

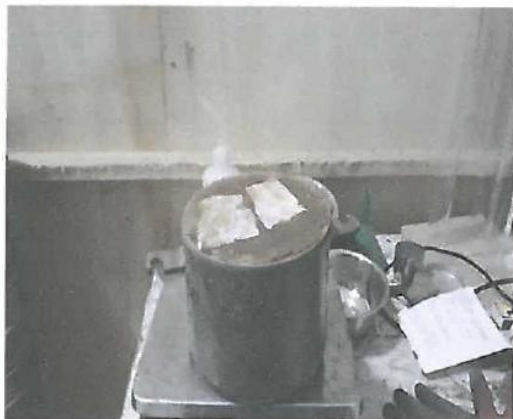



FIGURA N°31 : Se realizo el ensayo proctor para el material extraido de la calicata N°1



FIGURA N°32 : Se realizo el ensayo de CBR para el material extraido de la calicata N°1


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°33 : Ejecucion de la calicata N°2 ubicado entre la Calle Buenos aires y la calle El Portillo.




FIGURA N°34 :Se muestra la profundidad de la calicata.



FIGURA N°35 :Se muestra el perfil estratigrafico de la calicata N°2



FIGURA N°36 :Se realiza el tamizado para los ensayos de limites de atterberg.


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 43121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°37 :Se realizo el ensayo de analisis granulometrico de la calicata 2.



FIGURA N°38 :Se realizo el ensayo de limite liquido y limite plastico para el material extraido de la calicata N°2.



FIGURA N°39 :Se realizo el ensayo proctor para el material extraido de la calicata N°2

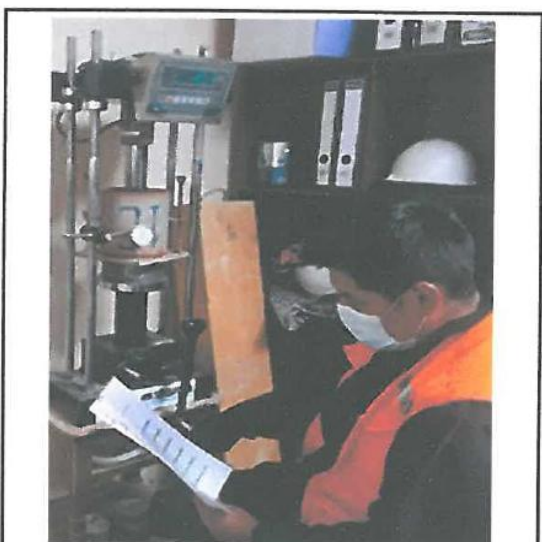



FIGURA N°40 :Se realizo el ensayo CBR para el material extraido de la calicata N°2


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 45121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°41 :Ejecucion de la calicata N°3 ubicado entre la calle El portillo y la calle Sauces.



FIGURA N°42 :Se muestra el perfil estratigrafico de la calicata 3.



FIGURA N°43 :Se muestra el perfil estratigrafico de la calicata N°3



FIGURA N°44 :Tamizado del material por la malla N°40 para los ensayos de limites de atterberg.

WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°45 :Se realizo el ensayo de limite liquido y limite plastico para el material extraido de la calicata N°3



FIGURA N°46 :Se realizo el ensayo de analisis granulometrico de la calicata 3.



FIGURA N°47 :Se realizo el ensayo proctor para el material extraido de la calicata N°3

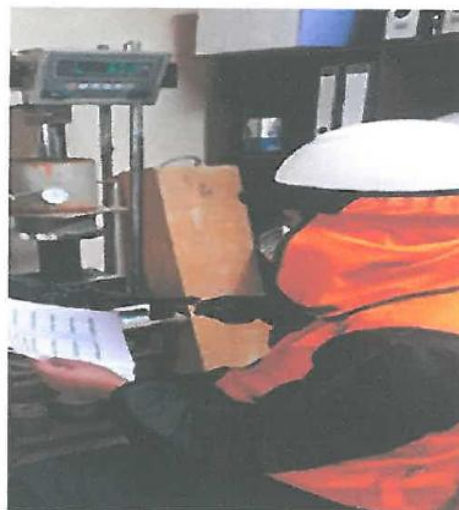


FIGURA N°48 :Se realizo el ensayo CBR para el material extraido de la calicata N°3.

WILLIAM LUJÁN PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°49 :Ejecucion de la calicata N°4 ubicado entre la calle Saucos y la Calle Huancayo.




FIGURA N°50 :Se muestra el perfil estratigrafico de la calicata N°4.



FIGURA N°51 :Se muestra el perfil estratigrafico de la calicata 4.



FIGURA N°52 :Ensayo de Limite Liquido para la muestra de la calicata N°4.


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022

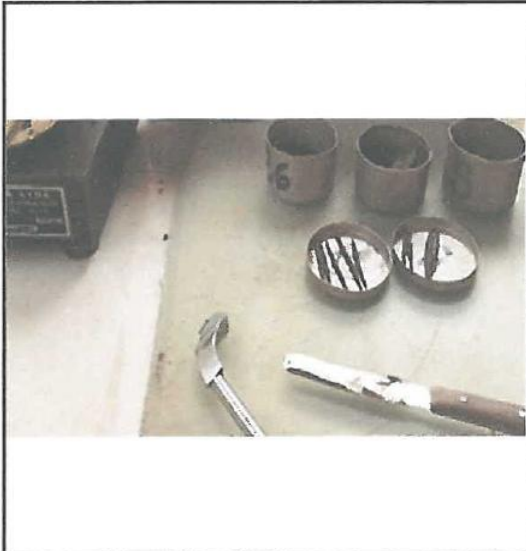


FIGURA N°53 :Se realizo el ensayo de limite liquido y limite plastico para el material extraido de la calicata N°4

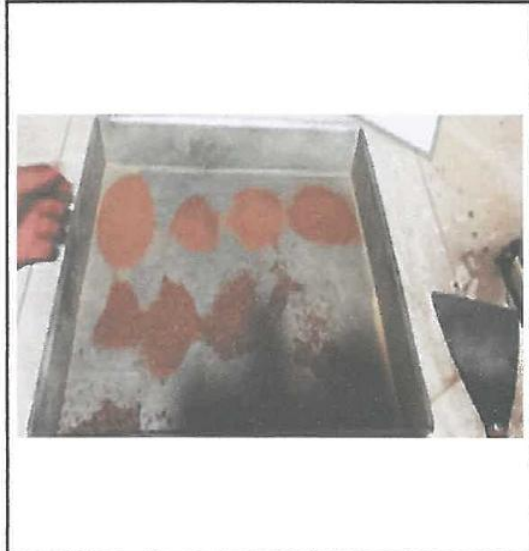


FIGURA N°54 :Se realizo el ensayo de analisis granulometrico de la calicata 4.



FIGURA N°55 :Se realizo el ensayo proctor para el material extraido de la calicata N°4

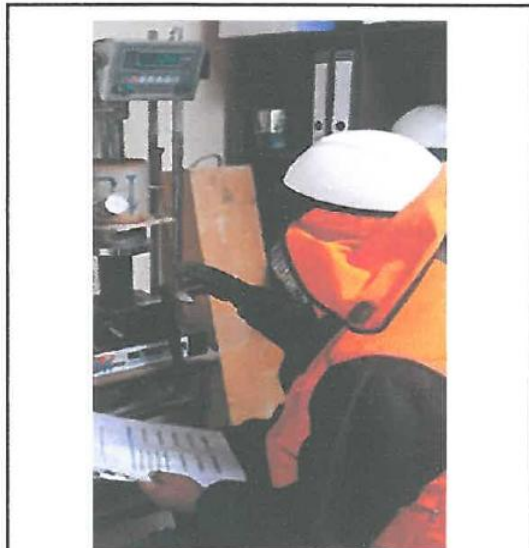



FIGURA N°56 :Se realizo el ensayo CBR para el material extraido de la calicata N°4.


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°57 :Se realizo el ensayo de analisis granulometrico del material estabilizado + 5% de CCV.




FIGURA N°58 :Se realizo el ensayo de limite liquido y limite plastico para el material estabilizado con el 5% de CCV



FIGURA N°59 :Se realizo el ensayo proctor para el material estabilizado con el 5% de CCV



FIGURA N°60 :Se realizo el ensayo CBR para el material estabilizado con el 5% de CCV


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°61 :Muestra totalmente seca para iniciar el ensayo de granulometría en la muestra estabilizada con 10% de CCV.



FIGURA N°62 :Se realizó el ensayo de limite liquido y limite plastico para el material estabilizado con el 10% de CCV

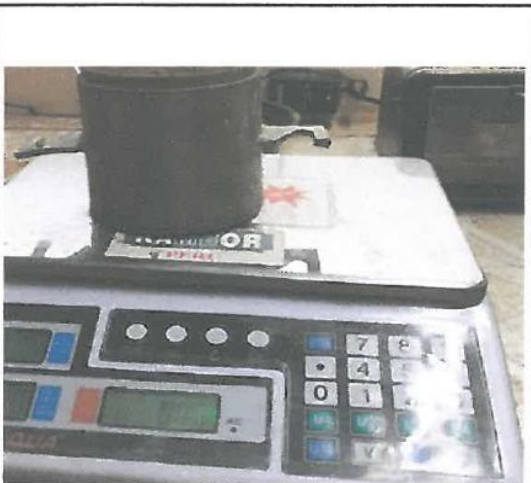



FIGURA N°63 :Se realizó el ensayo proctor para el material estabilizado con el 10% de CCV



FIGURA N°64 :Se realizó el ensayo CBR para el material estabilizado con el 10% de CCV


WILLIAM LUIS PAZ MALCA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

Cenizas de carbón vegetal en la maximización de las propiedades mecánicas de estabilidad de suelos cohesivos en una vía afirmada, Lima 2022



FIGURA N°65 :Se realizo el ensayo de analisis granulometrico de la calicata 3 + 15% de CCV.




FIGURA N°66 :Se realizo el ensayo de limite liquido y limite plastico para el material estabilizado con el 15% de CCV



FIGURA N°67 :Se realizo el ensayo proctor para el material estabilizado con el 15% de CCV



FIGURA N°68 :Se realizo el ensayo CBR para el material estabilizado con el 15% de CCV


WILLIAM LUIS PAZ MA: CA
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 49121