



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS
INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE
CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL
SUELO**

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

Autor

Bach. De la Cruz Paico Lorenzo Víctor Domingo
<https://orcid.org/0000-0002-5258-9596>

Asesor

Mg. Reinoso Samame Jorge Antonio
<https://orcid.org/0000-0003-4691-9832>

Línea de Investigación

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y la
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
Infraestructura**

Pimentel – Perú

2024

INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO

Aprobación del jurado

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

Presidente del Jurado de Tesis

MG. CHÁVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO

Secretario del Jurado de Tesis

MG. CESPEDES DEZA JOSE ALFREDO ROLANDO

Vocal del Jurado de Tesis



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

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

INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO

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

En virtud de lo antes mencionado, firma:

De la Cruz Paico Lorenzo Víctor Domingo	DNI: 72460039	
--	---------------	--

Pimentel, 25 de febrero de 2024.

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

De la Cruz Lorenzo - Tesis Corta- Influencia de la Ceniza de Cáscara de Café en las Propiedades Mecá

RECuento DE PALABRAS

10068 Words

RECuento DE CARACTERES

48854 Characters

RECuento DE PÁGINAS

36 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1001.1KB

FECHA DE ENTREGA

Jun 19, 2024 8:46 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 19, 2024 8:46 AM GMT-5

● 19% de similitud general

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

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Resumen

Dedicatoria

A Dios, mi guía y fortaleza inquebrantable, a mis padres Domingo y Juana, cuyo amor y sacrificio han sido mi mayor inspiración, a mis queridas hermanas Katherine y Vanessa, y a mi tío José, por su constante aliento y apoyo incondicional. También agradezco de corazón a todas las personas que estuvieron presentes, brindándome su apoyo y alentándome a lo largo de este camino hacia la obtención de mi título. Este logro no hubiera sido posible sin su presencia y respaldo. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento y gratitud eterna.

De la Cruz Paico Lorenzo Victor Domingo

Agradecimientos

Agradezco a Dios por otorgarme la fuerza, sabiduría y constancia necesarias para completar este documento académico. Expreso mi sincero agradecimiento a mi familia por su amor incondicional, apoyo continuo y comprensión durante este desafiante proceso. Su aliento y sacrificio han sido esenciales para mi éxito. Sin la presencia de Dios y el apoyo inquebrantable de mi familia, este logro no habría sido posible. Estaré eternamente agradecido por su influencia en mi vida.

De la Cruz Paico Lorenzo Victor Domingo

Índice

Dedicatoria	5
Agradecimientos	6
Índice de tablas	8
Índice de figuras	9
Resumen	10
Abstract	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Hipótesis.....	19
1.4. Objetivos	19
1.5. Teorías relacionadas al tema	19
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	26
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	26
2.2. Variables, Operacionalización.....	27
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	30
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	30
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	32
2.6. Criterios éticos.....	35
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1. Resultados	36
3.2. Discusión.....	41
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
4.1. Conclusiones.....	46
4.2. Recomendaciones.....	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS.....	55

Índice de tablas

Tabla I Suelos y su clasificación basado en el índice de plasticidad. Adaptado de [42]	21
Tabla II Suelos y su clasificación basado en el CBR. Adaptado de [42]	22
Tabla III Propiedades químicas de las cenizas de cascarilla de café. Adaptado de [19]	25
Tabla IV Propiedades físicas de las cenizas de cascarilla de café. Adaptado de [22]	25
Tabla V Operacionalización de variable dependiente: Propiedades mecánicas del suelo...	28
Tabla VI Operacionalización de variable independiente: Ceniza de cascara de café	29
Tabla VII Cantidad de muestras de ensayo de suelo patrón y suelo con % de CCC.....	30
Tabla VIII Detalles de Fichas técnicas de control de propiedades físicas y mecánicas del suelo	31
Tabla IX Análisis para la caracterización física del suelo conforme MTC y ASTM	34
Tabla X Análisis para la caracterización física del suelo conforme MTC y ASTM	35
Tabla XI Tipo de suelo natural y sus propiedades físicas	36
Tabla XII Resultados de Máxima densidad seca y Óptimo contenido de humedad de las muestras de suelo M01, M02 y M03	37
Tabla XIII Resumen de las características físico-mecánicas del suelo natural y el óptimo porcentaje de adición.....	41
Tabla XIV Matriz de consistencia	56

Índice de figuras

Fig. 1 Diagrama de Flujo de los procedimientos desarrollados en la investigación	32
Fig. 2 Recolección de muestras de suelo de la H.U. "Los Pinos", Picsi, Lambayeque	33
Fig. 3 Quemado de la cáscara de café a 550°C durante un lapso de 5 horas	34
Fig. 4 Valores de CBR de las muestras de suelo M01, M02 y M03	37
Fig. 5 Índice de plasticidad, Límite líquido y Límite plástico de la muestra de suelo patrón con adición de CCC	38
Fig. 6 Resultados de Máxima densidad seca y Óptimo contenido de humedad de La muestra de suelo patrón con adición de CCC	39
Fig. 7 Valores de CBR de la muestra de suelo patrón con adición de CCC	40
Fig. 8 Obtención de las muestras de suelo de la H.U. "Los Pinos", Picsi, Lambayeque....	158
Fig. 9 Pesado de la muestra para el Ensayo de contenido de humedad	158
Fig. 10 Ensayo de análisis granulométrico	159
Fig. 11 Ensayo de Límite líquido	159
Fig. 12 Ensayo de límite plástico	160
Fig. 13 Golpes de compactación por capas para el Proctor Modificado	160
Fig. 14 Ensayo de CBR	161
Fig. 15 Quemado de la cáscara de café a temperatura de 550°C	161
Fig. 16 Secado de la ceniza de cáscara de café	162
Fig. 17 Muestras de ceniza de cáscara café	162
Fig. 18 Ensayo de límite líquido para 10%CCC	163
Fig. 19 Adición de 15% de CCC al suelo para ensayo de Proctor Modificado.....	163
Fig. 20 Ensayo Proctor Modificado, golpes de compactación	164
Fig. 21 Ensayo de CBR, golpes de compactación por capas para 10%CCC	164
Fig. 22 Toma de datos del ensayo CBR para 15%CCC	165

Resumen

Los suelos arcillosos presentan un desafío significativo en numerosas industrias y proyectos de ingeniería debido a sus propiedades intrínsecas. Su alta plasticidad y baja resistencia pueden obstaculizar y retrasar la ejecución de obras civiles. En este contexto resalta la importancia de investigar métodos innovadores que no solo mejoren las propiedades de este tipo de suelo, sino que también promuevan prácticas amigables con el medio ambiente. Es por ello que se planteó como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del suelo adicionando ceniza de cáscara de café. La investigación fue del tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, como diseño de investigación se contó con el experimental del tipo cuasi experimental, en el cual fue adicionada al suelo la ceniza de cáscara de café obtenida mediante la quema del desecho café (cáscara) a 550°C, en porcentajes de peso seco del suelo de 5%, 10% y 15%. Los resultados identificaron que el suelo que se estudió fue del tipo arcilloso con baja plasticidad (CL) y (A-7-6 (12)) para la clasificación SUCS y ASSHTO respectivamente, además la adición de 15% de CCC al suelo mejoró significativamente sus propiedades físicas y mecánicas, disminuyendo el IP un 6.57%, aumentando la M.D.S. un 0.112 gr/cm³, y el CBR al 95% de M.D.S. un 6.63% a 0.1", mientras que el OCH se vio disminuida un 1.50%. Llegando a la conclusión de que se tuvo un impacto beneficioso en el suelo natural, mejorando sus propiedades mecánicas.

Palabras Clave: Cáscara de café, Ceniza, Suelo arcilloso, Propiedades mecánicas.

Abstract

Clay soils present a significant challenge in numerous industries and engineering projects due to their intrinsic properties. Its high plasticity and low resistance can hinder and delay the execution of civil works. In this context, it highlights the importance of researching innovative methods that not only improve the properties of this type of soil, but also promote environmentally friendly practices. That is why the objective was to evaluate the mechanical properties of the soil by adding coffee husk ash. The research was of the applied type, with a quantitative approach, as a research design there was the experimental of the quasi-experimental type, in which the coffee husk ash obtained by burning the coffee waste (husk) was added to the soil at 550°C, in percentages of dry weight of the soil of 5%, 10% and 15%. The results identified that the soil studied was of the clay type with low plasticity (CL) and (A-7-6 (12)) for the SUCS and ASSHTO classification respectively, in addition the addition of 15% of CCC to the soil significantly improved its physical and mechanical properties, decreasing the PI by 6.57%, increasing the M.D.S. by 0.112 gr/cm³, and the CBR at 95% of M.D.S. by 6.63% to 0.1", while OCH decreased by 1.50%. Reaching the conclusion that it had a beneficial impact on the natural soil, improving its mechanical properties.

Keywords: Coffee husk, Ash, Clay soil, Mechanical properties.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Un reto significativo para la industria de la construcción es el desarrollo de proyectos en suelos arcillosos, estos terrenos a menudo presentan dificultades de estabilidad causadas por las propiedades inherentes con los que cuenta este suelo, que incluyen una capacidad de carga baja, escasa durabilidad y una elevada compresibilidad [1]. En Australia, donde cerca del 20% del territorio está formado por suelo arcilloso, estas características provocan movimientos del terreno y suponen importantes riesgos para las infraestructuras civiles [2]. Así, la mejora o sustitución del suelo es necesaria en sitios con condiciones desfavorables, usando métodos económicos y ecológicos [3], tales como los subproductos agrícolas, como la cáscara de café que convertida en ceniza, son ideales en la estabilización de suelos, debido a su disponibilidad y bajo costo, mejorando significativamente las características ingenieriles de los mismos, aumentando su capacidad de soportar cargas [4]. La cáscara del café es el principal desecho sólido que se obtiene cuando es procesado el café, que a día de hoy no tiene usos comerciales y la disposición correcta de estos subproductos representa un desafío ambiental significativo para los principales países productores de café, de modo que su inadecuada eliminación produce un efecto adverso en el medio ambiente, como la contaminación de los recursos hídricos y degradación de la tierra, lo que perjudica a la salud humana [5] [6].

A día de hoy, la generación de desechos sólidos afecta a nivel global, incluyendo Indonesia, donde de las 681 000 toneladas de café producidas anualmente, aproximadamente 292 830 toneladas de cáscaras terminan como desechos sólidos [7]. En Malasia, la producción de 2.1 millones de sacos de café en 2018 generó una gran cantidad de residuos, con pocas opciones de reutilización más allá de la incineración [8]. La reutilización de residuos como la cascarilla de café en la construcción civil es esencial para mejorar los suelos y prevenir problemas de asentamiento de las estructuras [9].

En 2016, Perú generó 55 mil toneladas de cascarilla de café, desechando o quemando la mayoría y utilizando el resto como fertilizante o en alimentación animal [10]. A su vez, en Jaén cantidades numerosas de cáscara de café en ceniza son desechadas al medio ambiente, estos provienen del uso como combustible de desechos de la industria agrícola (cáscara de café) en grandes cantidades en la industria del ladrillo artesanal [11]. Por otro lado, en la región de la Libertad la existencia de terrenos arcillosos en centros poblados de la provincia de Virú, representa un desafío al iniciar construcciones, ya que pueden provocar problemas de estabilidad y deterioro en la infraestructura debido a un soporte inadecuado [12]. Por lo cual el usar cenizas de residuos agrícolas, como la cáscara de café, como estabilizadores del suelo arcilloso puede ser beneficioso, ya que se puede mejorar tanto su plasticidad como su capacidad de soporte [13].

Lambayeque por su parte, las empresas cafetaleras exportadoras producen elevadas cantidades de café, generando la merma de cáscara de café que representa el 23% por masa de café bruto procesado, una parte de esta es utilizada en hornos quemadores, venta a ladrilleras y el restante se queda como residuo, que a pesar de la contaminación que causa, estos desechos pueden ser reutilizados [14]. A su vez Chiclayo se destaca por tener un suelo mayormente compuesto de arcilla, lo cual usualmente conlleva a desafíos durante la ejecución de proyectos ingenieriles debido a las propiedades de este suelo en particular [15].

Munirwan et al. [16], plantearon analizar el tratamiento usando ceniza del desecho de café (cáscara) y el efecto en el suelo al caracterizarla físicamente. De forma que se evaluó al suelo en su parámetro físico con adición de este material (cáscara de café en ceniza) para cantidades de 3, 6, 9 y 12% en peso seco de suelo. como resultado una reducción en el Índice de Plasticidad (IP) al estabilizar las muestras de suelo con cada porcentaje de aditivo, teniendo la más baja para 12%, pasando de 21.24% (IP suelo patrón) a 8.09%. Concluyendo que hubo mejoras en la caracterización física del suelo con CCC contrastado con el suelo no tratado.

Atahu et al. [17], el objetivo de su investigación fue indagar el impacto de la ceniza de cáscara de café (CCC) sobre las características de compresibilidad y resistencia del suelo de algodón negro (BC). Para lo cual se realizaron pruebas de CBR en cantidades variables de 5%, 10%, 15% y 20% (en peso del árido en seco) de CCC. La cáscara se quemó a una temperatura de 550 °C. Teniendo resultados que indican que el valor del CBR del suelo aumenta al 3.1% con un 20% de adición del estabilizante, frente al 1% del suelo sin tratar. Concluyendo que la CCC aumenta la resistencia de suelos expansivos, siendo una solución efectiva y ecológica.

Munirwan et al. [18], tuvieron como meta determinar la eficiencia de la ceniza de cáscara de café en la mejora de la compactación en suelos arcillosos. Para tal fin hicieron pruebas de límites de consistencia, distribución de granulometría al igual que Proctor en las muestras de suelo mezclada con CCC en concentraciones que van del 5% al 25% (en incrementos del 5%) de peso del suelo en seco. Los hallazgos indicaron que con un 25% de CCC, se logró una densidad seca máxima de 1.250 gr/cm³ y el contenido óptimo de humedad se redujo al 29.9%. Llegando a la conclusión de que la CCC aumenta la habilidad de compactación que tienen el suelo mediante reacciones puzolánicas e hidratación.

Atahu & Saathoff. [19], tuvieron como objetivo evaluar las propiedades de un suelo expansivo adicionando diversas proporciones de CCC (cáscara de café en ceniza) y cal. Fueron realizadas pruebas de compactación Proctor, plasticidad y CBR con proporciones variables de cal (4%, 6%, 8%) y CCC (5%, 10%, 15%, 20%), incinerando la cáscara de café a 550°C. Los resultados expusieron que el IP se redujo apreciablemente de 52% a 22% respectivamente para un 20% de adición de CCC, se aumentó la MDS y redujo óptima humedad, mejorando el CBR del 1% al 3% al pasar de 0% a 20% de CCC. Concluyendo que la mezcla de CCC y cal mejora las propiedades del suelo BC.

Woldergiorgis [20], tuvo como fin estudiar los efectos de la ceniza de cáscara de café (CCC) en las características de plasticidad y resistencia del suelo expansivo. Para ello se realizaron pruebas en suelo estabilizado con CCC al 10%, 20% y 30%, con quema aleatoria

de cáscara de café. Los hallazgos indican que conforme aumenta la cantidad de CCC, el IP se reduce entre un 24% y un 60%, el LL disminuye del 13% al 38%, y la MDS decrece de un 5% a un 13%. Además, el contenido OCH aumenta del 16% al 29%, y el CBR se eleva del 84,7% al 90,7%. Concluyendo el uso de esta agente estabilizante CCC soluciona problemas de suelos expansivos de forma económica y accesible.

Thanappan et al. [21], tuvieron como objetivo utilizar ceniza de cáscara de café y cemento como estabilizadores del suelo algodón negro para mejorar sus propiedades. Para ello se utilizaron cáscara de café que se quemó a temperaturas no controladas y se adicionó al suelo en porcentajes de 4%, 8% y 15% manteniendo constante 2% de adición de cemento. Los resultados señalaron que al aumentar la proporción de CCC al 15%, el IP y el COH disminuyeron de 44.08% a 8.9% y de 24% a 18% respectivamente, a su vez que la MDS aumentaba de 1.46 a 1.58 gr/cm³. Concluyendo que la combinación de 15% de ceniza de cáscara de café y 2% de cemento redujo notablemente la hinchazón y contracción del suelo

Mamuye & Geremwew [22], tuvieron como meta estimar al desecho de cáscara de café como ceniza para en el mejoramiento de los suelos expansivo de algodón negro. Se analizaron muestras de suelo patrón y tratadas con ceniza de cáscara de café (5% a 25%) mediante pruebas granulométricas, de plasticidad, Proctor y CBR. La incineración de la cáscara fue no controlada. Los resultados indican que añadir ceniza de cáscara de café mejora significativamente en el suelo su compactación y resistencia, con aumentos en el CBR de hasta 296% al adicionar un 25% de ceniza. Concluyendo que este material es útil en la optimización de la caracterización geotécnica del suelo expansivo de regur.

Mulatu [4], planteó como meta estudiar la idoneidad de la fibra de Enset con materiales como la ceniza de cáscara de café en la mejora de expansividad de los suelos. De modo que trató el suelo natural con variables cantidades de ceniza de cascarilla de café (en 5, 10, 15 y 20%), para hallar el óptimo, que fue utilizado después con porcentajes variables de fibra de enset (0,3%, 0,6%, 0,9% y 1,2%). Los resultados hallados muestran que con la adición de un 15% de ceniza de cáscara de café y un 0,9% de fibra de enset, se incrementó un 200% el

CBR de 4.8% a 15.8%. Se concluye que la mezcla de ceniza de cáscara de café y fibra de enset es una opción eficaz para estabilizar suelos expansivos.

Amare et al. [23], tuvieron como propósito evaluar experimentalmente el potencial de estabilización de suelos expansivos utilizando diferentes aditivos: CHA, yeso y combinación de los mismos. En tal sentido se hizo uso de cinco porcentajes diferentes de CHA (5%, 10%, 15%, 20%, y 25%), tres porcentajes de yeso (3%, 6%, y 9%), y porcentajes variables de sus combinaciones. Los resultados mostraron que los estabilizantes CHA redujeron eficientemente la plasticidad hasta en un 41% para la adición del 15%, además de mejorar la M.D.S. y el CBR. Concluyendo que incorporar esta ceniza en la estabilización del suelo beneficia tanto la sostenibilidad como las tecnologías de cero residuos.

Purificación et al. [24], tuvieron de meta principal determinar la proporción adecuada para tratar los suelos cohesivos con estabilizantes ecológicos a base de aprovechar la cascarilla de café arábica convertida en ceniza (CCCA). Contando con un diseño experimental-cuantitativo, el estudio optó como técnica emplear la observación apoyándose con la ficha de análisis de datos. La CCCA fue incorporada en porcentajes de 10%, 15%, 20% y 25%. Los resultados señalaron que con un 15% de adición se obtuvieron valores óptimos que alcanzaron 19.70% y 27% de CBR al 95% y al 100% respectivamente. Concluyendo que esta es la dosificación adecuada que logra estabilizar el suelo cohesivo.

Huancapaza [25], evaluar el uso de ceniza de cáscara de café (CCC) para optimizar las características físico-mecánicas del suelo. Empleo como metodología la cuasi - experimental. En el que se incorporó CCC al 15, 20 y 25% del peso del suelo en seco para pruebas de plasticidad, compactación Proctor modificado y capacidad de soporte. Los resultados mostraron la reducción del índice de plasticidad de 9.38% con un 25% de CCC, y un aumento de 0.114 gr/cm³ y del 22% en la máxima densidad seca y CBR, respectivamente, para un 20% de CCC. Concluyendo que es viable tratar los suelos mediante el empleo de ceniza de cáscara de café.

Alvarez & Fuentes [26], como objetivo principal plantearon mejorar la subrasante (suelos con características arcillosas) estabilizándola con ceniza de cáscara de café, Jaen. Por lo que su estudio se centró en ser aplicado de diseño se contó con el experimental. Se emplearon dos grupos: suelo no tratado (grupo control) y con adiciones de ceniza de cáscara de café del 10, 12, 15, 17 y 20% (grupo experimental). Sus resultados indicaron que para 15% de mezcla, se observó una mejora en el CBR a 10%, la MDD aumentó a 1.68 gr/cm³, el OCH y IP bajaron a 6.69% y 18.6%. Llegando a la conclusión de que la resistencia de la subrasante aumentó al aplicar todas las dosificaciones, siendo la más óptima la de 15%.

Iquiera [27], planteó como objetivo aprovechar las cenizas de cáscara de café (CCC), adicionando cantidades del 5, 7 y 9%, incrementando la estabilidad de los suelos arcillosos y aprovechar su uso como subrasante. En tal sentido el agente de estabilización, se evaluó su adición con ensayos físicos y de CBR en porcentajes antes mencionados. Los resultados mostraron un aumento notable en el CBR del 10.9% y una disminución en el índice de plasticidad de 1.7% al incorporar un 9% del estabilizante al suelo natural. Concluyendo que las cenizas de cáscara de café son efectivas para el tratamiento del suelo (incrementa su estabilidad).

Gavidia [28], tuvo como propósito indagar el impacto del uso de ceniza de pulpa de café para su uso en la estabilización. El diseño experimental se consideró como diseño de investigación, se conformó la muestra a partir de 8 calicatas de la carretera Chontalí (subrasante), las cantidades de adición del estabilizante fueron 3%, 6%, 9% y 12%. Como resultado se notó un incremento en la densidad seca (5.85%), pasando de 1.89 a 1.99 gr/cm³. Además, se registraron incrementos del 28.9% y 22.9%, en el CBR al 100% y 95% de M.D.S., de 45% a 58% en el primero y de 35% a 43% en el segundo. Concluyendo que en el suelo de la vía Chontalí se contribuyó positivamente a mejorar su estabilidad con esta ceniza.

Gonzales [29], tuvo como meta estudiar de qué manera la cascarilla de café afecta en la mejora de la durabilidad de los suelos. La investigación consistió en ser de tipo cuantitativo y aplicado, optándose por el cuasi experimental como diseño de estudio, se realizaron 4

calicatas, llevándose a cabo los ensayos con adición de 10%, 15% y 20% de cascarilla de café. De sus resultados obtenidos, se observó una reducción en el índice de plasticidad hasta un 6.69%, un aumento del CBR (al 100% y 95%) a 38.60% y 26.30% para 20% de adición, respecto del suelo no tratado con IP=7.28%, y CBR al 100% y 95%= 32.30% y 19.90%. En conclusión, la cascarilla de café podría ser una estrategia efectiva como estabilizante.

Gil & García [30], tuvieron como fin caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los suelos y su correlación con ceniza de cáscara de café. En su estudio utilizó una investigación aplicada, de diseño correlacional y el instrumento de investigación fueron las fichas de observación. El aditivo se incorporó con cantidades de 6%, 11% y 16% en el suelo. Los resultados indicaron que al incluir un 16% de ceniza, el CBR aumentó ligeramente de 9.22% a 9.51%, y la máxima densidad seca mejoró de 1.83 gr/cm³ a 1.88 gr/cm³, mientras que la humedad óptima disminuyó de 13.97% a 13.20%. Concluyendo que la relación solo se consiguió con el contenido óptimo de humedad.

Esta investigación surge como respuesta a la prevalencia de suelos arcillosos en la mayoría de las áreas destinadas a nuevas construcciones, que obstaculizan el desarrollo de infraestructuras seguras y duraderas, lo que impulsa la búsqueda de métodos innovadores y efectivos que mejoren sus propiedades. En este sentido, se exploran agentes estabilizantes naturales derivados de residuos agrícolas como alternativa viable, como la cáscara de café convertida en ceniza, buscando así no solo reducir la dependencia de productos químicos sintéticos y la extracción de recursos naturales no renovables, sino que también contribuir en la mitigación de este residuo. De esta manera se busca comprender los posibles beneficios de emplear la CCC en la estabilización de suelos arcillosos, contribuyendo así a llenar un vacío de la literatura científica respecto a esta práctica sostenible y de bajo impacto ambiental.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la adición de la ceniza de cáscara de café en las propiedades mecánicas del suelo?

1.3. Hipótesis

Si se adiciona ceniza de cáscara de café, entonces mejorará significativamente las propiedades mecánicas del suelo.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar las propiedades mecánicas del suelo adicionando ceniza de cáscara de café.

Objetivos específicos

Identificar el tipo de suelo patrón y sus características físicas, mediante ensayos en laboratorio.

Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte del suelo natural.

Determinar el índice de plasticidad del suelo con adición de ceniza de cáscara de café en 5%, 10% y 15% en peso seco del suelo.

Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte del suelo con adición de ceniza de cáscara de café en 5%, 10% y 15% en peso seco del suelo y su porcentaje óptimo.

1.5. Teorías relacionadas al tema

1.5.1 Variable dependiente

A. Suelo

Los suelos son un material heterogéneo que se encuentra naturalmente en el medio ambiente [31], se caracteriza por ser una agregación de granos minerales no cementados y materiales orgánicos no degradados (granos sólidos) con agua y aire en los espacios entre los granos sólidos [32].

1. Suelo arcilloso

Los suelos arcillosos tienen propiedades de baja resistencia y pierden aún más dureza cuando se humedecen o se someten a conmociones físicas adicionales, estos pueden ser elásticos y compresibles, expandiéndose cuando están húmedos y contrayéndose cuando

están secos [33]. Los suelos arcillosos son muy susceptibles a los cambios de humedad y a las consiguientes variaciones de volumen, al tiempo que ofrecen una baja resistencia al cizallamiento, una alta compresibilidad y tendencias al agrietamiento [34].

2. Propiedades del suelo

2.1. Propiedades físicas

a. Granulometría

Las mediciones granulométricas se fundamentan en la distribución en proporciones del tamaño de los gránulos del suelo (agregado) determinada al pasarlos mediante el uso de mallas con diferentes diámetros hasta llegar a la malla número 200 (0,0744 mm de diámetro) considerando los granos que pasa por esa malla de forma global [35]. El MTC menciona que la granulometría en los objetivos de esta prueba el principal es hallar la proporción de los gránulos del suelo (clasificadas basados en su tamaño), este ensayo refleja la distribución del tamaño de partícula del suelo mediante el proceso de tamizado [36].

Existe una relación entre la granulometría de los granos y partículas del suelo con la resistencia mecánica y comportamiento hidráulico del mismo, de forma que cuando aumenta la dimensión de las partículas, se aprecian incrementos de la resistencia mecánica del suelo y su capacidad como conductor el agua mediante los espacios intersticiales [37].

b. Contenido de humedad

Es un porcentaje del peso del suelo en su estado natural y se determina mediante la eliminación del agua del suelo tras secarlo en un horno a 110 °C durante 24 horas [26].

c. Peso específico

Se refiere a la relación entre los pesos en aire de un material y el agua destilada, ambos medidos en volúmenes iguales y a similar temperatura [38].

d. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg son las propiedades índices del suelo por las cuales se determina la plasticidad y se utilizan para identificar y clasificar los suelos [39]. La porción de contenido de agua en la que una superficie pasa de ser plástica a líquida se conoce como

límite líquido, mientras que la porción de contenido de agua en la que una superficie pasa de ser plástica a semisólida se conoce como límite plástico [37].

Límite líquido

Es el grado de humedad por debajo del cual el suelo deja de comportarse como un líquido, obtiene resistencia al esfuerzo cortante y se vuelve moldeable [40]. ASTM D-4318, indica que los pasos para la determinación del límite líquido es: ensayar por lo menos cuatro especímenes del suelo mismo con diferentes niveles de humedad para establecer el N° de golpes óptimo, analizado de 15 a 35, necesaria para obtener un cierre de 12.7 mm, de modo que el contenido de humedad que corresponda a N 25, indica el límite líquido del suelo (obtenido mediante la curva de flujo) [32].

Límite plástico

Humedad en la que el suelo plástico pasa de ser manejable y empieza a agrietarse, manteniendo su plasticidad, cuando se le es aplicada una fuerza [39]. ASTM D-4318, indica que el proceso en la obtención del límite plástico es: hacer rodar en pequeñas porciones de suelo plástico cilindros de diámetro de 3,2 mm (1/8 pulg.), aplicando presión hasta el punto donde la proporción de agua del suelo agriete el hilo y ya no se pueda presionar y laminar. En este estado, los porcentajes de humedad que contiene el suelo se conoce como límite plástico. [32].

Índice de plasticidad

Es la solución producto de la resta entre los límites líquido y plástico del suelo. Esta característica del suelo indica sus propiedades de hinchamiento y contracción [41]. Según MTC [42] esta característica puede indicar de qué tipo de suelo se trata en base a lo siguiente:

Tabla I Suelos y su clasificación basado en el índice de plasticidad. Adaptado de [42]

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alto	Suelos altamente arcillosos
IP ≤ 20	Medio	Suelos arcillosos
IP < 7	Bajo	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos sin presencia de arcilla

2.2. Propiedades mecánicas

a. Proctor Modificado

Establecer el nivel óptimo de humedad necesario para que el material alcance su peso específico máximo es el propósito de este ensayo [43].

Máxima densidad seca

Peso máximo en seco que se obtiene cuando el material es mezclado con diversas cantidades de agua compactándose de forma regular, previamente establecida [43].

Óptimo contenido de humedad

Cantidad (%) de agua necesario permitiendo lograr una densidad más alta para un específico esfuerzo de compactación [43].

b. California Bearing Ratio (CBR)

El ensayo de CBR evalúa la resistencia a la penetración de un suelo en condiciones controladas de humedad y densidad. Se emplea el número CBR para evaluar el desempeño de los suelos, principalmente como bases y subgrados debajo de pavimentos [20]. El MTC [42] menciona que se puede clasificar el tipo de suelo en función del valor del CBR conforme a la siguiente tabla:

Tabla II Suelos y su clasificación basado en el CBR. Adaptado de [42]

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante deficiente	CBR < 3%
S1: Sub rasante pobre	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante aceptable	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

3. Clasificación del suelo (SUCS/AASHTO)

La agrupación de suelos aparece como un objetivo para designar los suelos en grupos con características geotécnicas idénticas para que su uso pueda identificarse fácilmente [39]. Actualmente existen 2 sistemas principales para clasificarlos:

3.1. Clasificación SUCS

Metodología SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos): Dicha metodología clasifica el suelo a partir de los tamaños de sus gránulos, su plasticidad y proporción de materia orgánica [39]. Braja M. Das [32] menciona que existe dos categorías en los que este sistema clasifica a los suelos:

- a) Suelos con grano grueso: representado por la grava y la arena en estado natural que pasan por el Tamiz nº 200 con menos del 50% de sus partículas. El símbolo del grupo comienza con un prefijo G (grava) o S (arena).
- b) Suelo de grano fino: que pasa al menos parcialmente por el Tamiz n.º 200. Se identifican con los símbolos del grupo con la letra M, que representa un limo inorgánico, la letra C y O como una arcilla y limos inorgánicos. Por su parte para representar otros suelos muy orgánicos se utiliza el símbolo Pt, además de suelos como la turba y el lodo.
- c) Agregado a lo anterior, los símbolos W y P se usan para calificar lo bien o no graduado del suelo, mientras que L y H separan a los suelos con alto o bajo nivel de contenido de plasticidad.

3.2. Clasificación AASHTO

Método AASHTO (American Association Standards Highway Transportation Officials): Este sistema fue desarrollado por Terzaghi y Hogentogler y se basa en: la granulometría del suelo, límites de Attemberg además del Índice de grupo [39].

1.5.2 Variable independiente

A. Estabilización del suelo

Los procesos de estabilización de un suelo consisten en mezclarlos con ciertos materiales para mejorar sus propiedades técnicas [44]. Siendo esencial para potenciar las características mecánicas como la resistencia de los suelos antes de que pueda comenzar una construcción [45]. Este puede clasificarse en estabilización mecánica, como la compactación del suelo con diversos tipos de equipos mecánicos, el uso de materiales

aditivos, como la mezcla con cemento, cenizas volantes, etc., y la estabilización física, como la adición de granos o grava a determinadas fracciones consideradas inadecuadas para obtener una gradación densa [46].

B. Cenizas

La ceniza se forma cuando se queman sustancias inorgánicas no combustibles, como sales inorgánicas. Una parte de ella queda como polvo en el lugar donde se quemó el material, como madera o basura, mientras que la otra parte puede dispersarse en el aire junto con el humo. Específicamente, las cenizas vegetales, derivadas de materiales como madera y cáscaras, contienen cantidades significativas de minerales esenciales como potasio, calcio y magnesio [28].

C. Cáscara de café

Este desecho del café es el primer subproducto que es generado durante el procesado del café [47], esta cubre una pulpa dulce y una capa viscosa altamente hidratada, es inicialmente verde y luego cambia hasta llegar a un color rojo intenso en cerezas maduras [48]. Se le denomina cisco y representa el 6% del peso del café una vez que se ha secado, con un nivel de humedad del 12% [29]. La cáscara de café se utiliza desde hace mucho tiempo como fertilizante, alimento para animales y aprovechando su secado como fuente de calor [49].

D. Ceniza de cáscara de café

Por su parte la ceniza es un tipo de residuo que se obtiene cuando se quema la cascarilla del café para generar calor para los secadores mecánicos durante el procesamiento de semillas [50]. La abundancia y el bajo costo de estas brindan varias oportunidades para el crecimiento económico a través de aplicaciones [25].

El quemado a temperatura de 550°C de la cáscara de café de acuerdo con la investigación de Atahu & Saathoff [19], la composición química que presenta son las que se muestran en la Tabla II conforme a su investigación, resaltando que el óxido de potasio (K₂O) es la propiedad química dominante con un 46,46 %.

Tabla III Propiedades químicas de las cenizas de cascarilla de café. Adaptado de [19]

Propiedades Químicas	Composición (%)
Óxido de potasio (K ₂ O)	46.46
Pérdida por ignición (LOI)	21.07
Óxido de calcio (CaO)	17.7
Óxido de magnesio (MgO)	4.51
Fosforpentóxido (P ₂ O ₅)	3.85
Óxido de azufre (SO ₃)	3.75
Sílice (SiO ₂)	1.24
Aluminio (Al ₂ O ₃)	0.58
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	0.56
Óxido de sodio (Na ₂ O)	0.14
Dióxido de titanio (TiO ₂)	0.08
Óxido de manganeso (MnO)	0.06

Además, [22] mencionan este estabilizador natural cuenta con peso específico de 2.54 gr/cm³ con una plasticidad baja tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV Propiedades físicas de las cenizas de cascarilla de café. Adaptado de [22]

Propiedades		Valores observados
Gradación del tamaño de partícula	% grava	0.00
	% arena	78.10
	% finos	21.90
Consistencia	Límite líquido, %	28.26
	Límite plástico, %	27.70
	Índice de plasticidad, %	0.99
Gravedad específica		2.54

El potencial uso de este material de desecho como agente estabilizante tiene un efecto positivo en la reducción de los costos relacionados con la estabilización, y, además, puede abordar los problemas de disposición asociados y las preocupaciones ambientales [17].

2 MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Fue empleada la aplicada como tipo de investigación, ya que está relacionada y tiene como fin la resolución de problemas en un contexto específico, centrándose en indagar y acentuar los conocimientos para su aplicación, convirtiendo los conocimientos teóricos en prácticos, permitiendo enriquecer el desarrollo de la ciencia y la cultura, para un continuo mejoramiento de las condiciones de vida [51]. Así pues, tomando en cuenta los alcances de la investigación aplicada, se busca un fin práctico para la estabilización de suelos con desechos orgánicos CCC.

Además, se cuenta con un enfoque cuantitativo, dicho enfoque se centra en la medición numérica y busca probar hipótesis establecidas previamente mediante la recolección, medición y análisis de datos mediante métodos numéricos [52]. La investigación utiliza este enfoque, ya que se emplean cálculos numéricos y ensayos normalizados, midiendo y analizando la capacidad portante, máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad del suelo natural, así como también del suelo estabilizado con porcentaje de CCC, con el objetivo de verificar la hipótesis de estudio.

La investigación fue de diseño experimental, que consiste en el control, manipulación y/o alteración de variables experimentales en condiciones de riguroso control evitando que otros factores intervengan en la manipulación, con el objetivo de describir de qué modo se produce un acontecimiento particular [53]. De forma que la investigación hace uso de este diseño, manipulando la variable independiente (CCC), al añadirla en porcentajes de peso seco del suelo y analizar su influencia en la variable dependiente (propiedades mecánicas del suelo).

Por su parte como nivel el estudio cuenta con el cuasiexperimental, consta de dos grupos, uno de los cuales recibe el tratamiento experimental mientras que el otro no lo hace (denominado grupo de control). En consecuencia, la variable independiente se controla tanto en el nivel de presencia como en el de ausencia, y ambos grupos se someten a análisis

mediante una evaluación de los datos de la variable dependiente [54]. A continuación, se muestra un esquema de nivel de diseño cuasi experimental, que esta investigación utilizó.

G₁ X₁ O₁

G₂ X₂ O₂

G₃ X₃ O₃

G₄ --- O₄

Dónde:

G₁₂₃: Grupos experimentales.

G₄: Grupo control.

X₁₂₃: Tratamiento del grupo experimental, adicionando ceniza de cáscara de café en peso seco del suelo, dónde: X₁=5% CCC, X₂=10% CCC, X₃=15% CCC.

O₁₂₃: Observación del desempeño a la adición en % de la variable Independiente, suelo adicionado con CCC.

O₄: Observación del desempeño de las muestras del grupo control, suelo sin adición de CCC.

2.2. Variables, Operacionalización

La variable es un elemento que interviene tanto en el problema planteado como en la hipótesis de estudio, esta se divide en variable dependiente que son los resultados de los cuales se busca los motivos de que lo originan, y la variable independiente que es la que determina los cambios en la variable dependiente [55].

Variable Dependiente (VD):

Aquel que se ve afectado por la variable independiente y cuyos valores dependen de los que se han escogido para la variable independiente [56]. La variable dependiente de la investigación se tomó a: "Propiedades mecánicas del suelo"

Variable Independiente (VI):

Variable que los investigadores pueden manipular y que es la causa de algo (variable dependiente) [56]. Como variable independiente para esta investigación se tomó a: "Ceniza de cáscara de café"

Operacionalización

Tabla V Operacionalización de variable dependiente: Propiedades mecánicas del suelo

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Propiedades mecánicas del suelo	Cuando el suelo es más fino se denomina suelo arcilloso, y está formado por finas partículas minerales. El tamaño de las partículas de arcilla es <0,002 mm, y hay muy poco espacio entre ellas. Este tipo de suelo no cumple los requisitos de resistencia mecánica, permeabilidad, compresibilidad, durabilidad y plasticidad [57].	Se analizarán por medio de la observación y pruebas de laboratorio las características del suelo con adición de CCC	Propiedades Físicas	Análisis granulométrico	mm	Observación y Análisis documentario – Fichas de recolección de datos	%	Variable numérica	De razón
				Contenido de humedad	%				
				Límites de Atterberg	%				
				Absorción	%				
				Peso específico	gr/cm3				
				Clasificación SUCS	-				
			Clasificación AASHTO	-					
			Propiedades Mecánicas	Optimo contenido de humedad	%				
				Densidad máxima seca	gr/cm3				
CBR	%								

Tabla VI Operacionalización de variable independiente: Ceniza de cascara de café

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Ceniza de cáscara de café	La ceniza de cascara de café (CCC) es un residuo sólido obtenido del procesamiento de los granos de café en una granja o fábrica [58].	Se analizará la caracterización física y mecánica de las muestras de suelo arcilloso adicionando 3 porcentajes de ceniza de cáscara de café en peso seco del suelo.	Dosificación	Porcentaje de adición	%	Observación y Análisis documentario – Fichas de recolección de datos	%	Variable numérica	De razón
			Incineración	Temperatura	°C				
			Propiedades	Peso específico	gr/cm ³				
				Absorción	%				

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

La población es delimitada como un conjunto de elementos que comparten características comunes y son objeto de estudio [52]. Para la presente investigación fue delimitada por dos tipos de muestras de suelo experimentales obtenidas de la habilitación urbana “Los Pinos”, Picsi, Chiclayo, Lambayeque. La primera representando al suelo patrón o suelo natural mientras que la segunda al adicionarle 5, 10 y 15 % CCC en peso seco del suelo.

Por su parte como un subgrupo de la población se tiene a la muestra, esta es representativa de la misma y de la cual se recolectarán los datos pertinentes de estudio [59]. Además, el muestreo no probabilístico por Juicio o Criterio implica que el investigador elige deliberadamente casos específicos que considera representativos o pertinentes para el estudio en cuestión basándose en su propio juicio [52]. Para la investigación, la muestra estuvo representada por un total de 24 ensayos entre Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR) como se es señalada a continuación:

Tabla VII Cantidad de muestras de ensayo de suelo patrón y suelo con % de CCC

Muestras	Dosificación	N° Ensayos		TOTAL
		Proctor Modificado	CBR	
Suelo arcilloso	SA	3	3	6
Suelo arcilloso + 5% de Ceniza de cáscara de café	SA + 5% CCC	3	3	6
Suelo arcilloso + 10% de Ceniza de cáscara de café	SA + 10% CCC	3	3	6
Suelo arcilloso + 15% de Ceniza de cáscara de café	SA + 15% CCC	3	3	6
Total de muestras				24

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

Técnica de recolección de datos

Observación:

La observación como técnica para obtener datos permite registrar y analizar comportamientos, actitudes y eventos de individuos, grupos y fenómenos de estudio en un

entorno natural o controlado [60]. Se hizo uso de esta técnica para observar y registrar datos de las diferentes muestras de suelo y así analizar sus propiedades priorizando las mecánicas por encima de las físicas adicionando las proporciones de ceniza de CCC (Ceniza cáscara de café).

Análisis documentario:

Esta técnica implica la selección y revisión de documentos relevantes con el objetivo de obtener información y perspectiva sobre un fenómeno o problema en específico [61]. Mediante el análisis documentario se recopiló la información necesaria de diferentes fuentes como: artículos, revistas, libros, tesis, normas nacionales e internacionales, en relación y que contribuyan al tema en estudio.

Instrumentos de recolección de datos

Ficha de observación:

Este instrumento permite recopilar datos acerca de un sujeto o fenómeno de investigación. Para la investigación se hizo uso de fichas técnicas del laboratorio “SEGENMA”, para llevar un control en los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón y del suelo con % de CCC, bajo las normativas ASTM y MTC.

Tabla VIII Detalles de Fichas técnicas de control de propiedades físicas y mecánicas del suelo

Propiedades	Fichas técnicas de ensayo
Propiedades Físicas	F. de Granulometría del suelo.
	F. de Contenido de Humedad del suelo.
	F. de Límite Líquido de los suelos.
	F. de Límite Plástico de los suelos.
	F. para Clasificación SUCS.
	F. para Clasificación AASHTO.
Propiedades Mecánicas	F. para Proctor modificado.
	F. para hallar el CBR del suelo.

Validez y confiabilidad de datos

Las mediciones y los datos recopilados en las pruebas a realizar serán cumpliendo las normativas nacionales (MTC) e internacionales (ASTM) y acatando los requisitos de calibración de equipos, únicamente con el finde cumplir con los objetivos establecidos en la investigación.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Diagrama de flujo de los procesos

Como fases que se siguieron en la recopilación de datos para la investigación se muestran en el siguiente diagrama, empezando por la obtención de muestras de suelo y cáscara de café y el estudio de sus propiedades hasta el procesamiento de los datos:

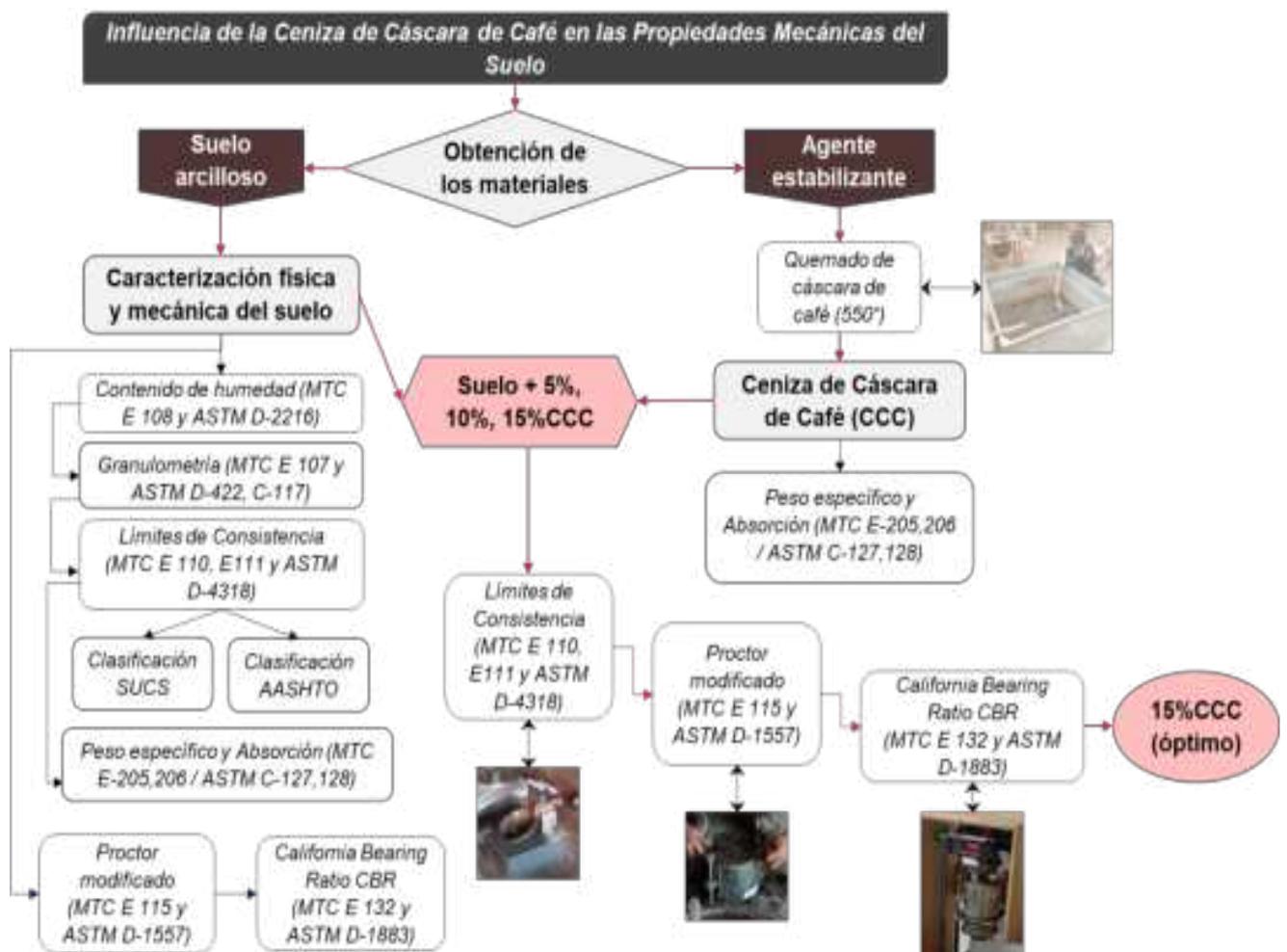


Fig. 1 Diagrama de Flujo de los procedimientos desarrollados en la investigación

Descripción de procesos

Selección y recopilación de materiales

a. Suelo

El suelo fue extraído de la H.U. “Los Pinos”, ubicada en Picsi, Lambayeque. Luego, en el laboratorio, se examinaron sus propiedades físicas con el fin de clasificarlo utilizando los sistemas SUCS y ASSTHO.



Fig. 2 Recolección de muestras de suelo de la H.U. “Los Pinos”, Picsi, Lambayeque

b. Ceniza de cáscara de café

El desecho de cascarilla del café se obtuvo del centro poblado “Chiñama”, Ferreñafe., y se dejó secar al menos dos 2 días para posteriormente ser quemado a una temperatura de 550°C con rango de control de ± 5 , durante 5 horas conforme los antecedentes indican y se dejó enfriar 2 días en un depósito metálico.



Fig. 3 Quemado de la cáscara de café a 550°C durante un lapso de 5 horas

Ensayos de las características físicas de muestras con y sin adición de % de CCC

Los ensayos de las propiedades físicas del suelo fueron llevados a cabo (Tabla IX) para poder clasificarlo por método SUCS y AASHTO, además de realizar los ensayos límites de Atterberg para identificar el IP del suelo con adición de la ceniza de cáscara de café.

Tabla IX Análisis para la caracterización física del suelo conforme MTC y ASTM

Ensayo	Normativa	
Análisis granulométrico	MTC E 107	ASTM D-422, C-117
Contenido de humedad	MTC E 108	ASTM D-2216
Límite Líquido	MTC E 110, 111	ASTM D-4318
Límite Plástico		
Peso específico y Absorción	MTC E 205, 206	ASTM C-127,128

Ensayos de las características mecánicas de muestras con y sin adición de % de CCC

Se llevaron a cabo los ensayos de las propiedades mecánicas (Tabla X) del suelo patrón y del suelo con % CCC, para determinar los valores de capacidad de soporte e identificar la MDS y a su vez obtener el OCH.

Tabla X Análisis para la caracterización física del suelo conforme MTC y ASTM

Ensayo	Normativa	
Proctor Modificado	MTC E 115	ASTM D-1557
CBR	MTC E 132	ASTM D-1883

2.6. Criterios éticos

Para la presente investigación se seguirán criterios éticos del comité de ética de investigación de la USS S.A.C. Además, se demostrará con la ayuda de la herramienta Turnitin la autenticidad de la investigación. De la misma manera se trabajarán los resultados con fuentes confiables y normativas vigentes para los ensayos correspondientes.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

En razón de: Identificar el tipo de suelo patrón y sus características físicas, mediante ensayos en laboratorio.

Se obtuvieron los resultados de la caracterización física del suelo, así como su clasificación conforme a los sistemas SUCS y AASHTO.

Tabla XI Tipo de suelo natural y sus propiedades físicas

Características del suelo patrón		
Ensayos de laboratorio		Resultados
Clasificación	SUCS	CL
	AASHTO	A-7-6 (12)
Granulometría	% de grava	0.00
	% de arena	14.47
	% de finos	85.53
Atterberg	Límite líquido (%)	43.00
	Límite plástico (%)	23.90
	Índice de plasticidad (%)	19.10
Contenido de humedad (%)		15.97
Peso específico (gr/cm ³)		2.641
Absorción (%)		1.753

De la Tabla XI se determinó el Índice de plasticidad dando un valor de 19.10% y un % de finos del 85.53%, de modo que se cuenta con un suelo arcilloso con plasticidad media $IP \leq 20$ de acuerdo a las consideraciones del MTC, por su parte conforme a la clasificación SUCS y AASHTO, se cuenta con un suelo arcilloso de plasticidad baja (CL) y un suelo

arcilloso de regular a pobre respectivamente. Además, la humedad natural estuvo en 15.97%, 2.64gr/cm³ fue el peso específico y la Absorción 1.753%.

En razón de: Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte del suelo natural.

Los resultados de caracterización mecánica de las muestras de suelo son detallados en la Tabla XII y Fig. 4

Tabla XII Resultados de Máxima densidad seca y Óptimo contenido de humedad de las muestras de suelo M01, M02 y M03

Propiedad	M 01	M 02	M 03	Promedio
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.778	1.782	1.776	1.779
Óptimo contenido de humedad (%)	14.40	14.20	14.00	14.20

La Tabla X de acuerdo a las pruebas realizadas se obtuvieron los datos de Máxima densidad seca variando de 1.778, 1.782 a 1.776 gr/cm³ para la muestra M01, M02 y M03 respectivamente. Mientras que los valores de M01 fueron 14.40%, de M02 14.20% y de la M03 14.00%, en su óptimo contenido de humedad.

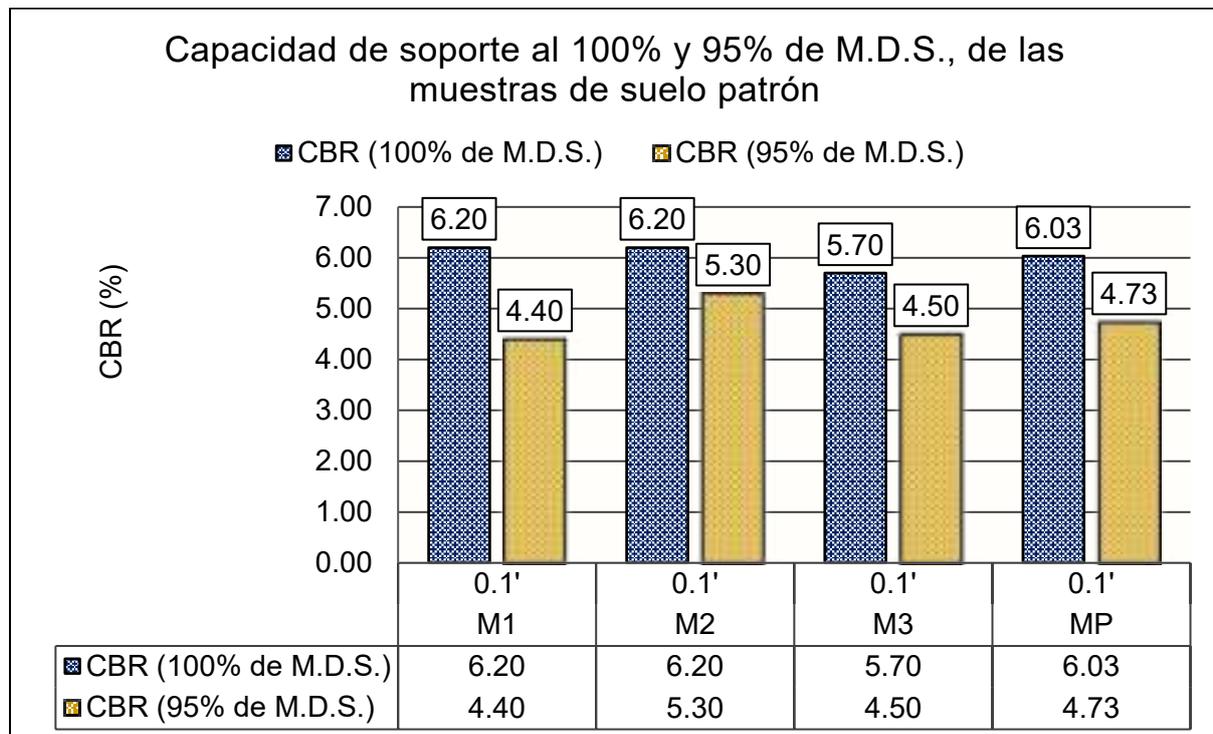


Fig. 4 Valores de CBR de las muestras de suelo M01, M02 y M03

La Fig. 4 muestra valores del CBR del suelo (sus tres muestras), M01 al 95% y 100% de M.D.S. a 0.1' de penetración de 4.40 % y 6.20%, mientras que para la muestra M02 se tiene 5.30% y 6.20% para 95% y 100% y por último para la muestra de M03 los datos al 95% y 100% de M.D.S. fueron de 4.50% y 5.70%. De acuerdo al MTC se trataría de un suelo pobre ya que $3\% \leq \text{CBR} < 6\%$.

En razón de: Determinar el índice de plasticidad del suelo con adición de ceniza de cáscara de café en 5%, 10% y 15% en peso seco del suelo.

Después de un análisis caracterizando y teniendo una idea clara de las propiedades del suelo patrón e identificando cada tipo de muestras de suelo, se procedió dosificarlas con adición de 5%, 10% y 15% de CCC quemada a una temperatura de 550°C, obteniendo como valores de los límites por consecuente la plasticidad en la siguiente figura:

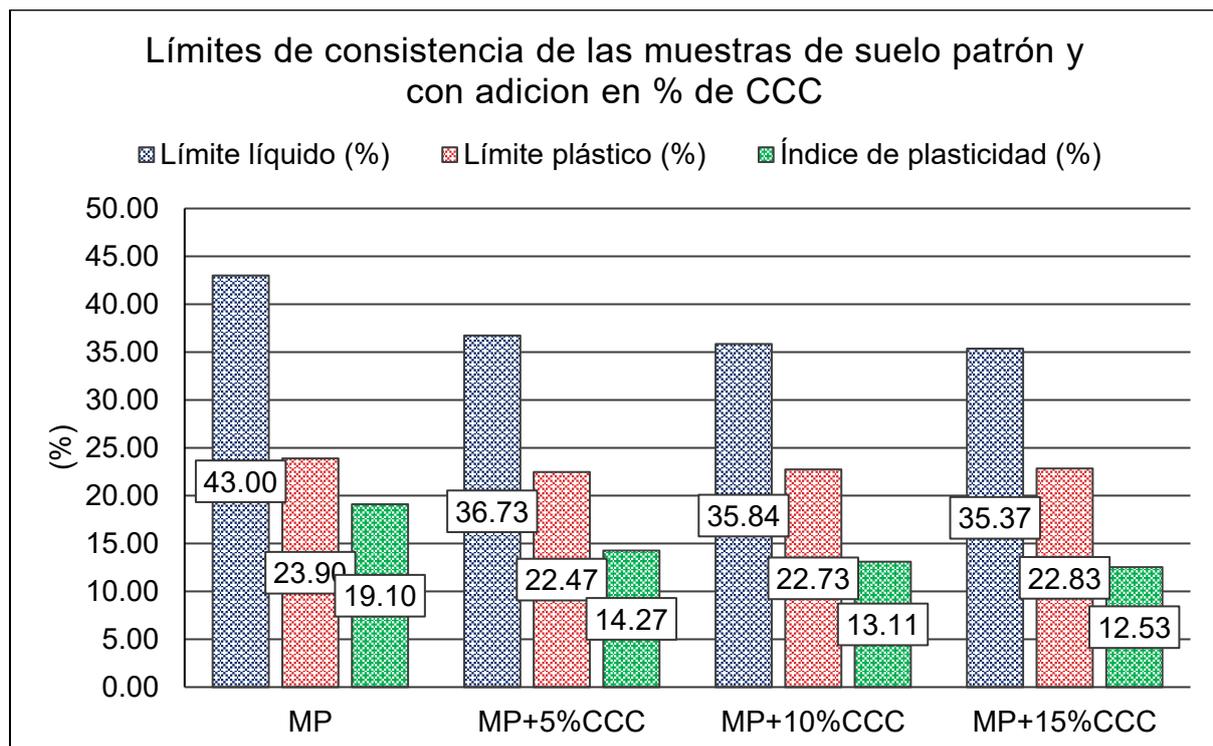


Fig. 5 Índice de plasticidad, Límite líquido y Límite plástico de la muestra de suelo patrón con adición de CCC

En la Fig. 5 se muestran que los valores del Índice de plasticidad para todos los porcentajes de mezcla disminuyeron, teniendo así para la muestra patrón 19.10%, y el valor mínimo alcanzado de 12.53% para 15% de reemplazo y 14.27% para 5%, esto se puede deber a que el estabilizante es poco plástico.

En razón de: Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte del suelo con adición de ceniza de cáscara de café en 5%, 10% y 15% en peso seco del suelo y su porcentaje óptimo.

Asimismo, al analizar las características mecánicas del suelo natural con la adición de 5%, 10% y 15% de CCC, se encontraron los siguientes hallazgos:

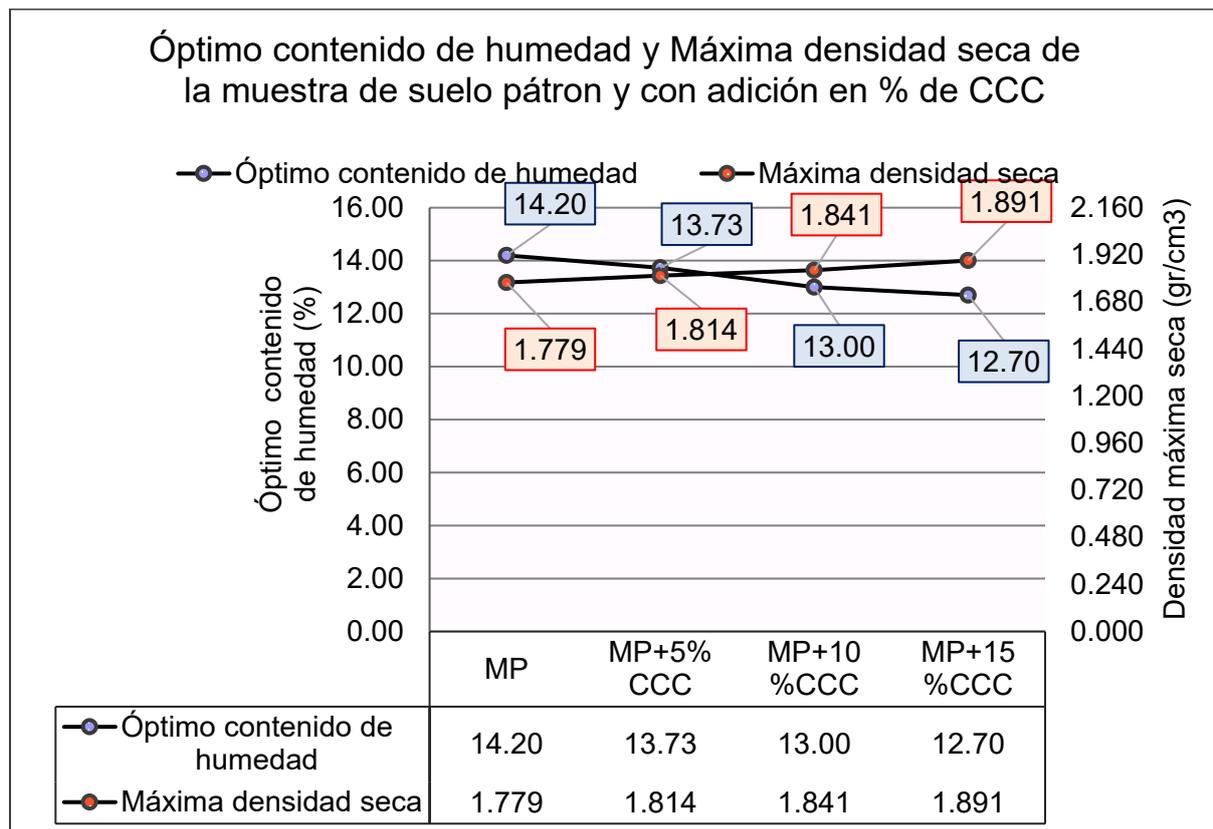


Fig. 6 Resultados de Máxima densidad seca y Óptimo contenido de humedad de La muestra de suelo patrón con adición de CCC

De acuerdo con la Fig. 6 se observó que a medida que aumenta la adición en porcentajes de la ceniza, también lo hace la Máxima densidad seca, teniendo así que para un 5% de adición de CCC, se alcanzó un 1.814gr/cm³, para 10% de CCC un 1.841gr/cm³ y para un 15% se obtuvo un 1.891gr/cm³. Además, se observó que el Óptimo contenido de humedad disminuyó hasta 12.70% para 15% de adición siendo la más baja conseguida de los 3 porcentajes. Este mejoramiento de las propiedades de compactación se puede deber a que la ceniza cuenta con una capacidad de absorción mayor (1.828%), llevando así a una disminución en la disponibilidad de agua en el suelo, ya que los espacios entre las partículas

del suelo se llenan, lo que resulta en una estructura más densa, aun cuando presenta un peso específico menor (2.405gr/cm³).

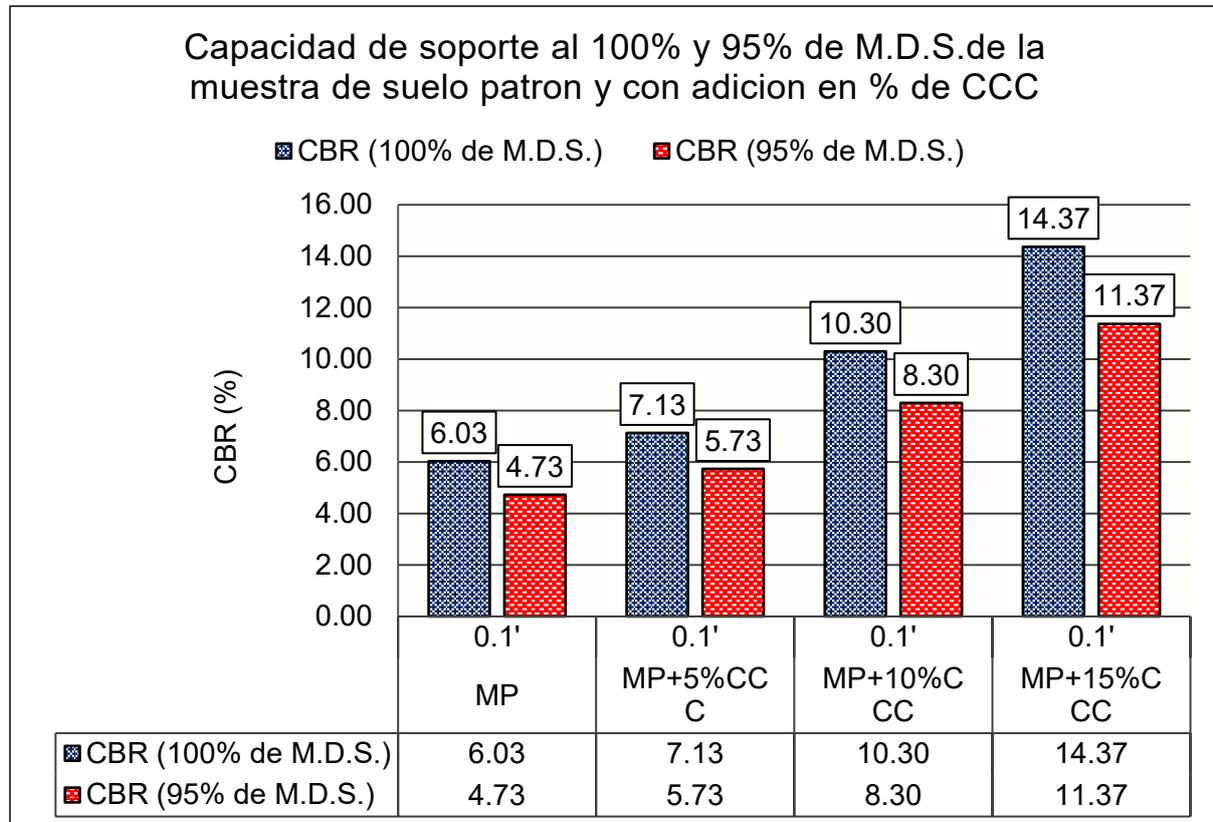


Fig. 7 Valores de CBR de la muestra de suelo patrón con adición de CCC

Por último, de la Fig. 7 se observó que la capacidad de soporte que posee el suelo patrón, aumentó conforme se incrementaba la adición de CCC, tal que para una mezcla del 15%, se lograron los CBR más altos al 95% y 100% de M.D.S., registrando un 11.37% y un 14.37%, respectivamente. Por otro lado, la adición del 5% resultó en los valores más bajos de CBR entre los tres porcentajes de adición, con valores de 5.73% y 7.13% al 95% y 100% de M.D.S. Esto se debe a que la ceniza al aumentar la máxima densidad seca, hace que el suelo este más compacto, en tal sentido se mejora su capacidad de resistir cargas.

Del mejoramiento de las capacidades de compactación y resistencia, 15% es el óptimo porcentaje de adición, aumentando un 6.63% el CBR del suelo natural. Este cambio resultó en un suelo de calidad buena de acuerdo al MTC, ya que $CBR > 10\%$ a $CBR < 20\%$. A continuación, se muestra un resumen del mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo con el óptimo porcentaje de adición (15% CCC):

Tabla XIII Resumen de las características físico-mecánicas del suelo natural y el óptimo porcentaje de adición.

Propiedades físicas y mecánicas			
Ensayos de laboratorio		Suelo patrón	Suelo patrón + 15%CCC
Clasificación	SUCS	CL	CL
	AASHTO	A-7-6 (12)	A-6 (8)
Granulometría	% de grava	0.00	0.00
	% de arena	14.47	25.90
	% de finos	85.53	74.10
Atterberg	Límite líquido (%)	43.00	35.37
	Límite plástico (%)	23.90	22.83
	Índice de plasticidad (%)	19.10	12.53
Contenido de humedad (%)		15.97	-
Peso específico (gr/cm ³)		2.641	-
Absorción (%)		1.753	-
Proctor Modificado	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.779	1.891
	Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.20	12.70
CBR	CBR al 95% M.D.S. (%)	4.73	11.37

3.2. Discusión

Fueron comparados los resultados de las investigaciones en este apartado referentes a la adición en el suelo de la ceniza de cáscara de café con los obtenidos para la presente investigación y se verifican sus similitudes o diferencias.

Respecto de: Identificar el tipo de suelo patrón y sus características físicas, mediante ensayos en laboratorio.

De evaluar al suelo patrón de H.U. "Los Pinos", Picsi., y caracterizarlo físicamente se pudo clasificar como un suelo arcilloso con bajos contenido de plasticidad (CL) de acuerdo con el método SUCS, y utilizando la clasificación AASHTO formando parte de la sección A-7-6 (12) (suelos arcillosos de regular a pobre), además se contó con un $IP=19.10\%$. Del mismo modo Alvarez & Fuentes [26], para su estudio el tipo de suelo fue (CL) y (A-7-5 y A-7-6) para la clasificación SUCS y AASHTO, con un 46% y 22% de LL y IP respectivamente. La clasificación del suelo fue similar contando con un IP bajo tanto en su investigación como el del estudio en cuestión. Al igual que Gil & García [30], en el que el tipo de suelo fue CL (SUCS), el IP de 11.07%, con un contenido de agua de 10.53%. Por su parte Woldergiorgis [20] y Atahu et al. [17] en sus respectivas investigaciones, al contar con un IP alto clasificaron al suelo como CH (SUCS) y A-7-5 (AASHTO).

En cambio, Huancapaza [25], para su investigación el suelo que utilizó se clasificó teniendo en cuenta SUCS y AASHTO como SC (Arena arcillosas) y A-2-4 (0) respectivamente, con un LL de 32.43% y un IP de 19.16%, teniendo una clase de suelo diferente al usado en la presente investigación debido a su granulometría pero con características de plasticidad y Límites de consistencia similares.

Respecto de: Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte del suelo natural.

Para el suelo patrón estudiado se contó con densidad máxima seca de 1.779 gr/cm³, teniendo como contenido óptimo de humedad un 14.20%. Por su parte el CBR al 95% y 100% de M.D.S. fue de 4.73% y 6.03%. En su investigación Gil & García [30] la máxima densidad seca del suelo natural fue de 1.83 gr/cm³ siendo su óptimo contenido de humedad igual a 13.97%, valores similares a los registrados en el presente estudio, en tanto el valor alcanzado de CBR al 95% de M.D.S. que los autores registraron fue de 9.22%, el doble obtenido en comparación al suelo patrón de la investigación. Mientras que Purificación et al. [24], destacaron que el suelo de su investigación contaba con una resistencia baja pues se observó

un valor de 4.7% de CBR al 95% de M.D.S, al igual que el suelo utilizado en la presente investigación ya que se trata de suelos pobres.

En cambio, Mamuye & Geremwew [22], tuvieron como densidad seca máxima (MDS) 1.26 gr/cm³, y 35.80% de contenido óptimo de humedad y 1.5% de valor de CBR. Al igual que Munirwan et al. [18] quienes en su investigación contaron con 1.22 gr/cm³ de MDS, teniendo de óptimo contenido de humedad 36.3%. Por su parte Huancapaza [25] obtuvo mayores valores en ambas propiedades de 2.075 gr/cm³ y 11.23% para MDS y OCH respectivamente, destacándose por alcanzar un CBR al 95% de M.D.S. de 23.30%, identificándose como suelo bueno de acuerdo al MTC, valores relativamente mayores al suelo patrón del presente estudio.

Respecto de: Determinar el índice de plasticidad del suelo con adición de ceniza de cáscara de café en 5%, 10% y 15% en peso seco del suelo.

El índice de plasticidad de la muestra de suelo con adición de 5% de CCC fue 14.27%, de 10% de CCC fue 13.11% y de 15% de CCC fue de 12.53%, que respecto del obtenido en el suelo patrón (IP=19.10%), se observó que cuando el porcentaje de incorporación de ceniza de cascara de café (CCC) aumenta, el IP disminuye hasta en un 34.38%, para un reemplazo de 15% de CCC (IP=12.53%), mejorando la plasticidad del suelo. Del mismo modo Alvarez & Fuentes [26] nos señalan que, de acuerdo con sus resultados de la incorporación de la ceniza de cáscara de café, el IP se vio reducido pasando de 22% a 6.69% para 15% de CCC. Asu vez Amare et al. [23] y Mamuye & Geremwew [22] señalan que de acuerdo con sus resultados de la incorporación de la ceniza de cáscara de café en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, disminuye el IP conforme aumenta su porcentaje de incorporación, reduciendo hasta en un 41% y 54.23% para 25% de CCC. Munirwan et al. [16], en su investigación los resultados mostraron que entre más se aumentan las proporciones de adición de la ceniza de cáscara de café, el IP disminuye, en el caso de su investigación los porcentajes de adición fueron de 3%, 6%, 9% y 12%, y en el que el IP se redujo de 21.24% para la muestra de suelo patrón a 8.09% para la adición de 12% de CCC, tal y como los resultados alcanzados en mi investigación señalan, resultado del efecto principal de la reducción considerable del límite

líquido cuando se adiciona al suelo la ceniza. A su vez, Gonzáles [29] obtuvo una disminución ligera en el IP pasando de 7.28% a 6.69%.

Sin embargo, Gil & García [30], mencionan que en su investigación no se obtuvieron los mejores resultados en IP, pues a más adición de CCC (11% y 16%) los valores aumentaban, alcanzado un 13.57% de IP para 16% de CCC en comparación al suelo no tratado que fue de 11.07%. Resultados que difieren de las demás investigaciones y de la investigación en cuestión contando incluso con porcentajes de adición similares.

Respecto de: Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte del suelo con adición de ceniza de cáscara de café en 5%, 10% y 15% en peso seco del suelo y su porcentaje óptimo.

Del estudio se tiene que los resultados de máxima densidad seca aumentan, a la misma vez que se aumenta los porcentajes de adición, alcanzando un 1.891gr/cm³ para 15% de adición de CCC, aumentando un 6.30% respecto al suelo natural que cuenta con 1.779 gr/cm³ de máxima densidad seca, por su parte el óptimo contenido de humedad disminuyó progresivamente llegando a tener un valor de 12.70% para 15% de CCC. Por otro lado, al igual que se observó en la densidad, los valores de CBR al 95% de M.D.S., se incrementaron en tanto se adicionaba los porcentajes (5%, 10% y 15%) de CCC, obteniendo el máximo valor en 15% de CCC de 11.37%, a diferencia del suelo patrón en el que se obtuvo 4.73%. En su investigación Alvares y Fuentes [26] contaron que con 15% de CCC se obtuvo un valor máximo de CBR de 10.50%, al igual que en la presente investigación, debido a que se contaron con un aumento de la densidad seca lo que permitió al suelo tratado una mejor capacidad de soporte representado en los datos alcanzados del CBR. Así mismo, Thanappan et al. [21], mencionan el aumento y disminución progresiva conforme se aumentaron cada porcentaje de ceniza de cáscara de café, alcanzando para 15% de CCC un valor de M.D.S de 1.56gr/cm³ y reduciendo el OCH a 18% para el mismo porcentaje de adición fenómeno similar al que se apreció en los resultados de esta investigación, pues al adicionar al suelo la ceniza hizo que los % de OCH bajaran en consecuencia se produjo una mejor compactación que se vio reflejada en el aumento de la máxima densidad seca. De la misma manera Gil &

García [30] los datos obtenidos de su investigación de máxima densidad seca y capacidad de soporte CBR aumentaron mientras que se observó una disminución del óptimo contenido de humedad, conforme se aumentaron los porcentajes de CCC, teniendo para un 16% de CCC una M.D.S. de 1.88gr/cm³, un CBR de 9.51% y un O.C.H. de 13.20%. Lo mismo pudo observar Mulatu [4], obteniendo para un 15% de estabilizante que la MDS aumentó (11.35%), el OCH decreció (21.33%), en tanto el porcentaje de CBR se incrementó hasta en un 364,29%, debido a que durante la mezcla de CHA con suelos naturales, forman una buena aglomeración y reducen el cambio de volumen de los suelos expansivos.

Por su parte Mamuye & Geremwew [22], en su investigación se contó con los valores de máxima densidad seca, estos aumentaban conforme lo hacían lo porcentajes de adición de CCC, donde se alcanzó un 1.41gr/cm³ en comparación del suelo patrón que fue de 1.26 gr/cm³, por el contrario el óptimo contenido de humedad se redujo pasando de 35.8% (suelo sin tratar) a 29.68% (suelo con 25% de CCC). Respecto del CBR se obtuvo un aumento de hasta un 5.94% respecto del suelo natural (1.50%). Lo mismo que en la investigación de Munirwan et al. [18], que obtuvo un aumento de M.D.S en tanto se aumentan los porcentaje de adición, lo contrario sucede con el OCH, ya que sus valores bajan más cada que se aumenta de porcentaje, teniendo para 25% de adición de ceniza de cascara de café un valor máximo de M.D.S de 1.250 gr/cm³ y un valor mínimo de OCH de 29.9%. Por su parte Atahu & Saathoff [19], también mencionan en su investigación que se mejora el porcentaje de CBR, en el caso de su investigación se logró un valor de CBR del triple para un 20% de CCC (3.1%) en comparación del suelo no tratado (1%), además de señalar que la M.D.S. aumentan y el OCH disminuye mientras se aumenta los porcentajes de adición de ceniza de cáscara de café. Este fenómeno explica que, incluso si el porcentaje óptimo excede el 15%, se obtengan resultados excelentes para dicho nivel de adición.

Siguiendo la misma tendencia de las investigaciones anteriores Iquira [27] y Gavidia [28], contaron en sus investigaciones respectivas con incrementos de 10.9% y 28.9% en la característica de soporte del suelo (CBR%), obteniendo Gavidia en su investigación además un aumento leve de 5.85% en la MDS, para un porcentaje óptimo de 9%.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se identificó que la muestra de suelo patrón fue clasificado como CL y A-7-6 (12) en base al sistema SUCS y AASHTO respectivamente, además cuenta con un índice de plasticidad de 19.10%, lo que significa que el suelo en cuestión fue arcilloso y del tipo con plasticidad baja.

El suelo patrón contó con una densidad máxima seca de 1.779gr/cm³ y teniendo un óptimo contenido de humedad de 14.20%, características propias de un suelo arcilloso y que es del tipo pobre por su CBR (4.73% al 95% de MDS) conforme el MTC.

Se determinó que el Índice de plasticidad del suelo fue disminuida hasta el 12.53%, para la adición de 15% CCC, esta disminución en la plasticidad sugiere que el suelo se vuelve menos maleable y más resistente a cambios físicos.

La adición de 15% CCC al suelo resultó en un aumento en la máxima densidad seca, llegando a 1.891 gr/cm³ con un contenido óptimo de humedad reducido al 12.70%. Asimismo, se registró un aumento de CBR hasta el 11.37%, resaltando notablemente la mejora en la resistencia y estabilidad del suelo con este porcentaje, siendo el óptimo de adición.

4.2. Recomendaciones

Se sugiere trasladar las muestras de suelo a lugares resguardados del sol y la humedad después de su extracción, garantizando que conserven sus características originales para una evaluación precisa durante los ensayos.

Se recomienda complementar los ensayos de CBR y Proctor modificado con pruebas adicionales, como el ensayo de compresión no confinada, permitiendo una evaluación más precisa de la resistencia del suelo bajo diferentes condiciones de carga, mejorando así la comprensión de su comportamiento mecánico.

Se recomienda el uso de implementos personales de protección al manipular la ceniza, especialmente durante los ensayos de Límites de Consistencia, donde el contacto con la piel es más directo. Esto se debe a los componentes mineralógicos presentes en la ceniza, que pueden representar un riesgo para la salud.

Se sugiere emplear una proporción del 15% de ceniza de cáscara de café (CCC) para estabilizar suelos arcillosos con baja plasticidad, dado que este porcentaje ha demostrado la mayor mejora en la resistencia y capacidad de carga del suelo, según indican los ensayos de CBR.

REFERENCIAS

- [1] B. N F, A. M A A, M. A F y A. S A, «Influence of Banana Fiber on Shear Strength of Clay Soil,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 864, p. 012099, 2020.
- [2] L. Manlin, S. Mohammad, L. Jie, Z. Jiasheng, S. T. A. M. Perera, R. Rajeev y T. Arash, «Evaluation of brown coal fly ash for stabilising expansive clay subgrade: A sustainable solution for pavement construction,» *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 204, p. 107533, 2024.
- [3] S. Ghalandarzadeh, P. Maghoul, A. Ghalandarzadeh y B. Courcelles, «Effect of nanoparticle-enhanced biocementation in kaolinite clay by microbially induced calcium carbonate precipitation,» *Construction and Building Materials* , vol. 134939, p. 414, 2024.
- [4] T. Mulatu, «Suitability of Enset Fiber with Coffee Husk Ash as Soil Stabilizer,» *American Journal of Civil Engineering*, vol. 11, n° 1, pp. 1-8, 2023.
- [5] R. Pahlevi Munirwan, M. Raihan Taha, A. Mohd Taib y M. Munirwansyah, «Shear Strength Improvement of Clay Soil Stabilized by Coffee Husk Ash,» *Applied Sciences*, vol. 12, n° 5542, p. 14, 2022.
- [6] G. Asmamaw, W. Y. Begashaw, A. E. Solomon, T. H. Betelhem y D. Y. Mitiku, «Experimental Investigation on the Effects of Coffee Husk Ash as Partial Replacement of Cement on Concrete Properties,» *Advances in Materials Science and Engineering*, pp. 1-10, 2022.
- [7] A. Puari, Rusnam y N. Yanti, «Removal of Ammonium by Biochar Derived from Exhausted Coffee Husk (ECH) at Different Carbonisation Parameter,» *Earth and Environmental Science*, 2023.
- [8] A. M. Siti, A. H. Dayang Zulaika , A. L. Mariatul Kiftiah, M. T. Aizat, I. Aniza, B. R.

- Ahmad, N. J. Siti, A. R. Norinah, M. D. Mohd Firdaus y Z. Azhani, «Effectiveness of coffee husk ash and coconut fiber in improving peat properties,» *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 130, 2023.
- [9] S. S y S. V, «Effect of Curing Strength in Lime –Coffee Husk Ash Mixture on Clay.,» *Food and Environmental Research*, vol. 12, 2023.
- [10] C. E. B. Huapaya Navarro, L. M. Pitot Alvarado, A. C. Rodriguez Villarroel y A. B. Rozas Pomalaza, «Muru café,» 2019.
- [11] G. Sandoval Melendres y M. A. Huaman Melendres, «Efecto de la adición de ceniza de cáscara de café en la resistencia a la compresión de ladrillo de concreto – Jaén 2021,» 2021.
- [12] G. E. Escobar Blas y D. A. Reyes Asto, «“INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CAFÉ Y CÁSCARA DE HUEVO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE DEL TRAMO SANTA ELENA – EL CARMELO, VIRÚ, 2022,» 2022.
- [13] H. Quispe Chuquicusma y A. Quispe Olivera, «“Estabilización de suelos arcillosos de subrasante adicionando ceniza de arroz y café para obras viales en Jaén 2022,» 2023.
- [14] C. A. Arbaiza Godos, «Propuesta de instalación de una fábrica de jabones para aprovechar la cascarilla de café y aceite vegetal reciclado en Chiclayo,» 2022.
- [15] E. Y. Medrano Lizarzaburu, C. A. Dios Castillo, G. S. Miñan Olivos, E. Sánchez Díaz, K. J. Siesquen Cespedes, A. N. Chamaya Peregrino y A. E. Barahona Morante, «Diagnóstico del comportamiento de arcillas en el distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque,» *Conference Paper*, 2022.
- [16] R. P. Munirwan, D. Sundary, Munirwansyah y Bunyamin, «Study of coffee husk ash addition for clay soil,» *Materials Science and Engineering*, 2021.
- [17] M. K. Atahu, F. Saathof y A. Gebissa, «Strength and compressibility behaviors of

- expansive soil treated with coffee husk ash,» *Journal of Rock Mechanics and*, vol. 11, pp. 337-348, 2018.
- [18] R. P. Munirwan, A. Mohd Taib, M. R. Taha, N. A. Rahman y M. Munirwansyah, «The application of coffee husk ash to improve compaction characteristics of clay soil,» *Earth and Environmental Science*, 2023.
- [19] M. K. Atahu y F. Saathoff, «ENGINEERING PROPERTIES OF BLACK COTTON SOIL STABILIZED WITH COFFEE HUSK ASH AND LIME,» *Global Journal of Engineering Science and Research Management*, 2020.
- [20] A. D. WOLDEGIORGIS, «EFFECTS OF COFFEE HUSK ASH ON INDEX AND STRENGTH PROPERTIES OF EXPANSIVE SOILS,» 2019.
- [21] S. Thanappan, R. Khan, J. Chimdi, H. Eshete, H. Midekso, H. Amare, H. Degfe y H. Taeme, «Coffee Husk Ash and Cement as Special Ingredients Stability Analysis on Black Cotton Soil,» *American Journal of Engineering Research (AJER)*, vol. 10, nº 160-167, 2021.
- [22] Y. Mamuye y A. Geremew, «Improving Strength of Expansive Soil using Coffee Husk Ash for Subgrade Soil Formation: A Case Study in Jimma Town,» *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 7, 2018.
- [23] T. Amare Tilahun, W. Natnael Melsew, A. Awol Eyasu, A. Getachew Asefa y A. Biruhi Tesfaye, «Utilization of Coffee Husk Ash on the Geotechnical Properties of Gypsum-Stabilized Expansive Clayey Soil,» *Advances in Civil Engineering*, vol. 2023, p. 13, 2023.
- [24] L. O. Purificación, N. H. Marín Bardales y J. C. Benites Chero, «INCREMENTO DEL VALOR DE SOPORTE DEL SUELO ADICIONANDO ECO ESTABILIZANTE A PARTIR DE CENIZAS CASCARILLA DE CAFÉ ARÁBICA,» *Sociedad Colombiana*, vol. 51, pp. 68-76, 2021.
- [25] A. P. Huancapaza Laura, «Influencia de la ceniza de cascara de café en las

- propiedades físico mecánicas de la sub rasante, Yanahuaya-Sandia-Puno 2021,» 2021.
- [26] C. M. Alvarez Larreatigue y L. J. Fuentes Salas, «Ceniza de cáscara de café para mejora de la resistencia en subrasante con suelos arcillosos, Jaén.,» 2022.
- [27] M. R. Iquira Canaza, «Estabilidad de suelos arcillosos con cenizas cisco de café para el mejoramiento de subrasante,» 2022.
- [28] R. D. Gavidia Reyes, «INFLUENCIA DE AGREGADO DE CENIZA DE PULPA DE CAFÉ PARA ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA CHONTALÍ – PACHAPIRIANA KM 0 A KM 9.5 KM JAÉN, 2022,» 2023.
- [29] T. Gonzales Cuellar, «Estabilización de suelos con cascarilla de café en caminos vecinales, tramo Dormenduyoc – Belenpata, Distrito de Echarati, La Convención – Cusco, 2021,» 2021.
- [30] A. M. Gil Santa Cruz y J. J. Garcia Sobrino, «Influencia de las cenizas de cáscara de café en las propiedades física – mecánicas del suelo en las vías de U.V. Casuerinas, U.V. Señor de la Justicia (Sector Norte), U.V. Héctor Aurich Soto (Sector Norte), distrito de Ferreñafe, Lambayeque, 2021,» 2021.
- [31] S. B. Aswari y G. V. R. Prasada Raju, «Stabilizing Expansive Soil with Industrial Waste of Coir and Terrasil,» *Earth and Environmental Science*, 2022.
- [32] M. D. BRAJA, Fundamentos de ingeniería geotécnica, Santa Fe: Cengage Learning Editores, 2013.
- [33] M. Hasan, M. S. I. Zaini, N. A. A. Hashim, A. Wahab, K. A. Masri, R. P. Jaya, M. Hyodo, M. J. Winter, M. Sholichin y R. Haribowo, «Stabilization of Kaolin Clay Soil Reinforced with Single Encapsulated 20mm Diameter Bottom Ash Column,» *Earth and Environmental Science*, 2021.
- [34] C. R. Bernardi Baldin, M. Yamato Kawanami, W. G. Silva Costa, V. Reinaldo Bordignon, C. Cavali da Luz y R. L. dos Santos Izzo, «Mechanical properties of a clay

- soil reinforced with rice husk under drained and undrained conditions,» *Journal of Rock Mechanics and*, 2022.
- [35] F. d. F. Del Castillo Benites y Y. R. Solano Varas, «Estabilización de suelos con uso de aditivos químicos del camino vecinal pampas de cochaya, Olaya - Mache - Otuzco - la Libertad,» 2021.
- [36] B. B. Soberon Monja, «Estabilización de suelos arcillosos usando vidrio reciclado molido para su uso como subrasante mejorada en pavimentos urbanos en la urb. Ciudad del Chofer, Chiclayo 2019,» 2022.
- [37] F. Villalobos, «Mecánica de Suelos,» 2016.
- [38] N. 3. INDECOPI, «SUELOS Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo,» 1999.
- [39] J. C. Guerra Torralbo, «Mecánica de suelos: conceptos básicos y aplicaciones,» Dextra Editorial, Madrid, 2018.
- [40] J. Briceño, C. Pérez y L. Vielma, NOCIONES DE MECANICA DE SUELOS, Mérida, 2018.
- [41] E. F. Ahmed, K. J. Thyagaraj, S. Aravindan, F. S. Syed y M. Shahzaib, «Stabilization of Residual Soil from Wastewater Treatment Plant by using Bio-Enzyme (Terrazyme),» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 822, 2021.
- [42] M. d. T. y. C. -. MTC, Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Lima, 2013.
- [43] J. J. LÓPEZ SUMARRIVA y G. ORTIZ PINARES, «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,» 2018.
- [44] S. Syahril, A. K. Somantri y A. A. Haziri, «Study of stabilized soil clay soil

- characteristics using volcanic ash and tailing as subgrade layers,» *Materials Science and Engineering*, 2020.
- [45] J. Li, S. Yi, P. Ni, C. Jie, Y. Li y J. Zhou , «Mechanics, durability, and microstructure analysis of marine soil stabilized by an eco-friendly calcium carbide residue-activated coal gangue geopolymer,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 20, 2023.
- [46] I. P. Hastuty, Roesyanto, R. Hutaeruk y O. Simanjuntak, «The stability of clay using mount Sinabung ash with unconfined compression test (uct) value,» *Earth and Environmental Science*, 2020.
- [47] B. Demelash Tilahun, S. Nurelegne Tefera y R. Ali Shemsedin, «Fatty acid methyl esters production from crude waste frying oil using modified coffee husk ash catalyst: Parameters optimization,» *Results in Engineering*, vol. 20, 2023.
- [48] M. D. Del Castillo y A. Iriondo, *El café*, Madrid: Fuencarral, 2022.
- [49] T. Amare Tilahun, W. Natnael Melsew y A. Getachew Asefa, «Experimental Evaluation of Coffee Husk Ash as a Filler in Hot Mix Asphalt Concrete Productions,» *Advances in Civil Engineering*, pp. 1-12, 2022.
- [50] P. A. Araújo, R. M. Andrade, A. J. Araújo, R. A. Raimundo, J. P. Grilo, R. P. Dutra, D. A. Macedo y R. M. Nascimento, «Cordierite-based ceramics with coffee husk ash addition: I emicrostructure and physical properties,» *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 15, pp. 2471-2483, 2021.
- [51] A. L. Silva Balaguera, L. A. Pedraza Flores y D. F. Gualdrón Alfonso, *Fundamentos de investigación en ingeniería civil*, 2023.
- [52] P. I. Vizcaíno Zúñiga, R. J. Cedeño Cedeño y I. A. Maldonado Palacios, «Metodología de la investigación científica: guía práctica,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, nº 4, pp. 9723-9762, 2023.
- [53] G. Tiburcio Pintos y L. C. Álvarez Gutiérrez, *Manual para la elaboración y presentación de anteproyectos, proyectos de investigación y tesis*, 2020.

- [54] C. M. Arispe Alburqueque, J. S. Yangali Vicente y M. A. Guerrero Bejarano, La investigación científica: una aproximación para los estudios de posgrado, 2020.
- [55] V. Barrón de Olivares y M. D'Aquino, Proyectos y metodologías de la investigación, 2020.
- [56] F. Herrera Sánchez y A. Belaunde Clausell, «Concepción y ruta investigativa,» *Archivos del Hospital Universitario "General Calixto García"*, vol. 10, nº 1, pp. 1-9, 2022.
- [57] S. Wahidullah y S. Sandeep, «Efficient & effective improvement and stabilization of clay soil with waste materials,» *Materials Today: Proceedings*, p. 947–955, 2021.
- [58] R. P. Munirwan, M. R. Taha, A. M. Taib y M. Munirwansyah, «Shear Strength Improvement of Clay Soil Stabilized by Coffee Husk Ash,» *Appl. Sci.*, 2022.
- [59] M. Rahman, M. I. Tabash, A. Salamzadeh, S. Abduli y R. Saidur, «SAMPLING TECHNIQUES (PROBABILITY) FOR QUANTITATIVE SOCIAL SCIENCE RESEARCHERS: A CONCEPTUAL GUIDELINES WITH EXAMPLES,» *SEEU Review*, vol. 17, nº 1, pp. 42-51, 2022.
- [60] M. Medina, Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación, 2023.
- [61] M. C. Useche, W. Artigas, B. Queipo y É. Perozo, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS CUALI-CUANTITATIVOS, La Guajira, 2019.

ANEXOS

Anexo I. Matriz de consistencia	56
Anexo II: Informes de laboratorio de los ensayos realizados	57
Anexo III: Calibración de los equipos.....	124
Anexo IV: Análisis estadístico.....	146
Anexo V: Instrumentos de validación estadística con criterio jueces expertos y criterio muestra piloto	147
Anexo VI: Panel fotográfico de evidencias de procesos.....	158

Anexo I. Matriz de consistencia

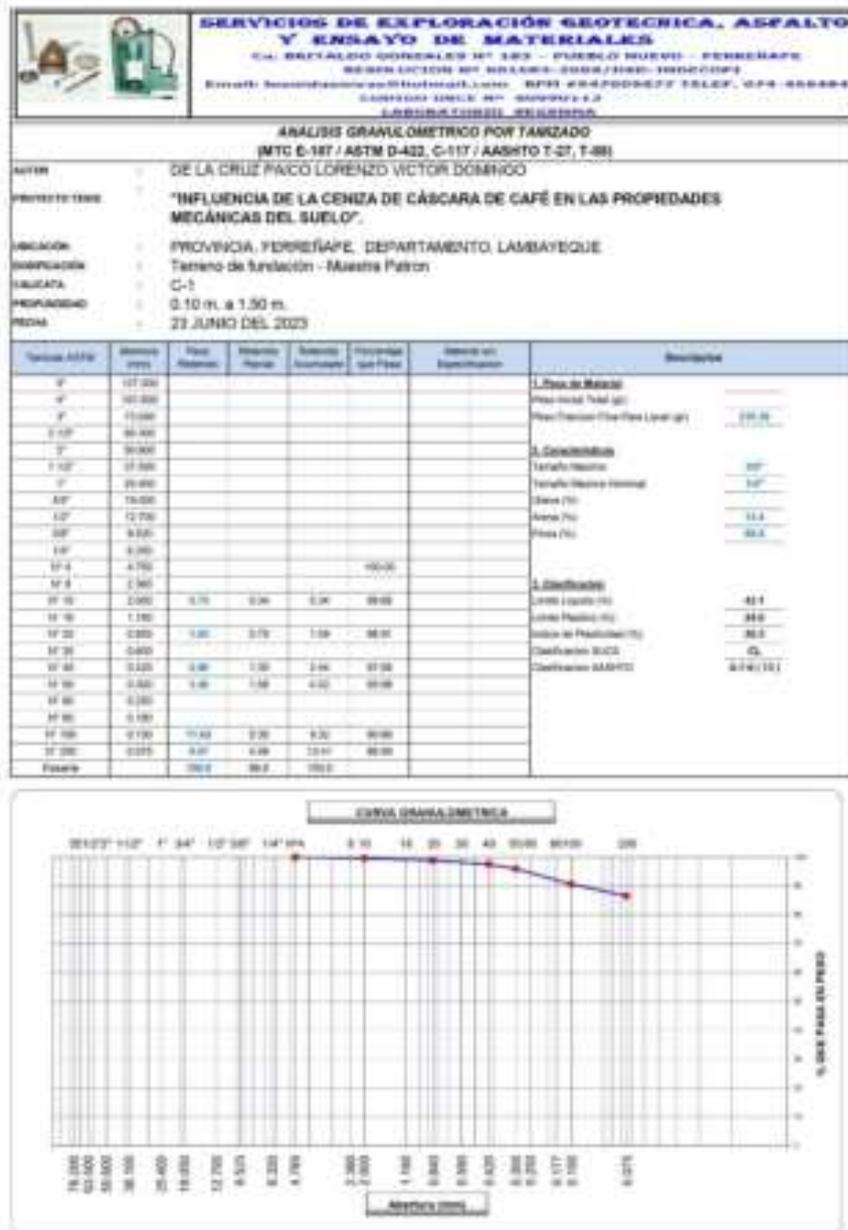
Tabla XIV Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE/ TIPO/DISEÑO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema general: ¿Cómo influye la adición de la ceniza de cáscara de café en las propiedades mecánicas del suelo?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar las propiedades mecánicas del suelo adicionando ceniza de cáscara de café.</p> <p>Objetivos específicos: Identificar el tipo de suelo patrón y sus características físicas, mediante ensayos en laboratorio.</p> <p>Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte del suelo natural.</p> <p>Determinar el índice de plasticidad del suelo con adición de ceniza de cáscara de café en 5%, 10% y 15% en peso seco del suelo.</p> <p>Determinar la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y capacidad de soporte del suelo con adición de ceniza de cáscara de café en 5%, 10% y 15% en peso seco del suelo y su porcentaje óptimo.</p>	<p>H1: Si se adiciona ceniza de cáscara de café, entonces mejorará significativamente las propiedades mecánicas del suelo.</p>	<p>VD: Propiedades mecánicas del suelo</p> <p>VI: Ceniza de cascara de café</p>	<p>Población: Todas las muestras experimentales</p> <p>Muestra: 24 ensayos, 12 para CBR y 12 para Proctor Modificado</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Diseño: experimental</p>	<p>Técnica: Observación de Ensayos de Laboratorio</p> <p>Instrumentos: Fichas de observación, cámara fotográfica, equipos y maquinaria para la realización de ensayos</p>

Anexo II: Informes de laboratorio de los ensayos realizados

Anexo 2.1. Propiedades físicas de las muestras de suelo M01, M02, M03.

Anexo 2.1.1. Análisis granulométrico

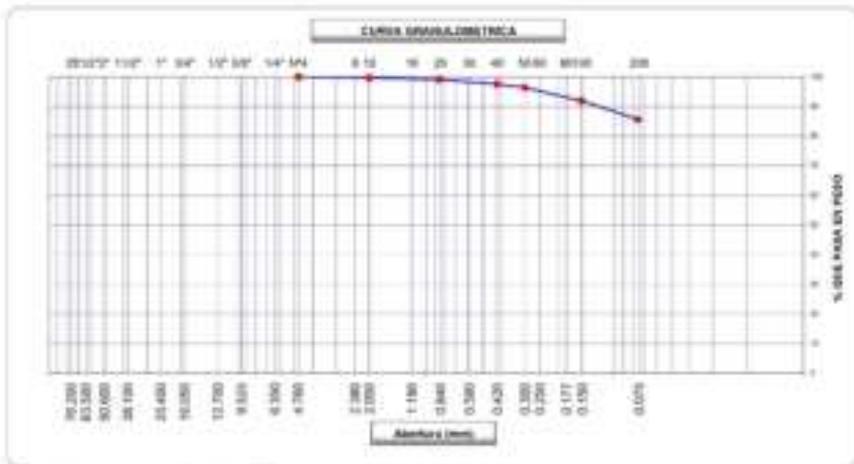


SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASPHALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZALEZ N° 303 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO N° 000003-2009/000-INDICEPI
 Email: bgonzalez@britaldo.com.pe TEL: 098 6088877 FAX: 098 6088888
 C/ALVARO VIAL N° 400000000
 LAMBAYEQUE, PERÚ

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)**

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN : PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE
COORDINACIÓN : Termino de fundación - Muestra Patron
CALCATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
FECHA : 03 JULIO DEL 2023

Tamizaje ASTM	Apertura (mm)	Peso Retenido	Peso en Pasa	Retenido (gramos)	Porcentaje sobre Pasa	Retenido en Especificación	Distribución
#1	125.000						L. Pasa de Retenido
#2	60.000						Peso Retenido Total (gr)
#3	47.500						Peso Retenido Fino Fino (gr)
#4	37.500						Peso Retenido Fino Fino (gr)
#5	30.000						
#10	15.000						
#20	7.500						
#40	3.750						
#60	2.500						
#75	2.000						
#100	1.500						
#150	1.000						
#200	0.750						
Finado		100.0	0.0	100.0			



[Firma manuscrita]
 ING. ANZEL SUYTERMAN
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 RUC: 20101000000

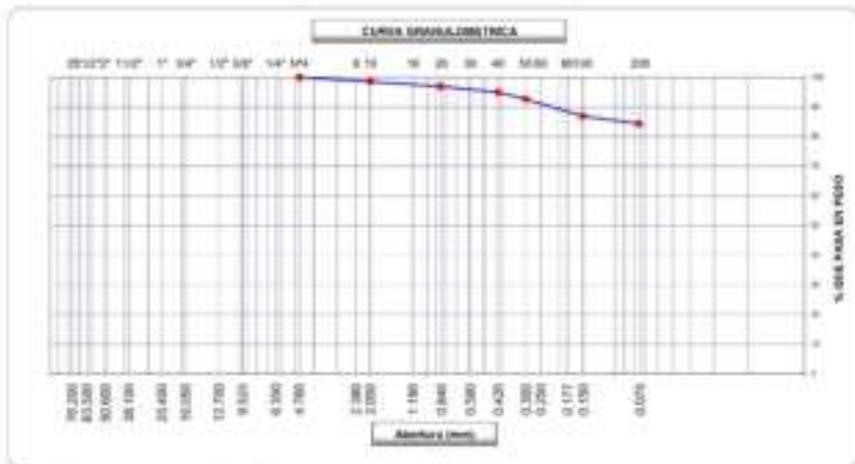


SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASPALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BATIALDO GONZALEZ N° 102 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO N° 001893-2009/090.INDUCOPI
 RUC: 201004530000000000 - RPT 455709977 TELEF. 974 488444
 EXTENSO SURCO S.R.L. SOCIEDAD S.A.
 SUBROTORCION SUCRE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

AUTOR: DE LA CRUZ PAUCO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN: PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE
DONDA: Terreno de fundación - Muestra Patron
CLASIFICACIÓN: C-3
PROFUNDIDAD: 0.10 m. a 1.30 m.
FECHA: 13 JULIO DEL 2023

Tamaño ASTA	Retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Pasado	Porcentaje Acumulado	Porcentaje Sub-Paso	Retenido en Especificación	Descripción
19	127.000						Límite de Retenido
47	107.000						Peso Pasado Total (g)
75	75.000						Peso Pasado Fino Fino (g)
150	30.000						23.00
300	20.000						Límite de Retenido
600	12.000						Tamaño Nominal
1250	8.000						Tamaño Nominal
2500	6.000						Grava (g)
5000	5.000						Grava (g)
9500	4.750				100.00		Grava (g)
19	2.000						Límite de Retenido
37.5	1.500	1.50	1.00	1.50	99.50		Límite Líquido (%)
75	1.100						Límite Plástico (%)
150	0.800	0.80	1.00	1.00	99.00		Índice de Plasticidad (%)
300	0.600						Clasificación (USCS)
600	0.400	0.40	1.00	1.00	99.00		Clasificación (AASHTO)
1250	0.300	0.30	0.21	1.00	99.00		
2500	0.200						
5000	0.150						
9500	0.100	10.00	9.75	10.00	99.00		
19	0.075	0.075	0.28	10.40	99.27		
Finado		100.0	99.4	100.0			




BATIALDO GONZALEZ
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 REG. N° 10000000000000000000

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE FERREÑAFE

WILSON SUYARI
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 REG. N° 10000000000000000000

Anexo 2.1.2. límites de atterberg

	SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES CA. BRITALDO GONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE RESOLUCIÓN N° 881883-2009/DSD-INDECOPI Email: britaldo@serviciosgeotecnicos.com BPM 8547008672 TELEF. 874-456444 CODIGO DISEÑO N° 88000112 LABORATORIO SÉCERMA
	LÍMITES DE CONSISTENCIA (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)

AUTOR	: DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO DE	: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN	: PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE
DOSIFICACIÓN	: Terreno de fundación - Muestra Patron
CALICATA	: C-1
PROFUNDIDAD	: 0,10 m. a 1,50 m.
FECHA	: 23 JUNIO DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tazo		6	7	8	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	g	54.88	51.12	50.20	
Peso de Tazo + Suelo Seco	g	43.70	48.88	38.20	
Peso de Tazo	g	18.30	15.50	14.60	
Peso de Agua	g	12.16	11.67	10.60	
Peso del Suelo Seco	g	26.35	24.51	24.97	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	45.21	45.16	44.19	45.1
Numero de Golpes		28	25	38	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		6	10	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	g	18.28	18.12	
Peso de Tazo + Suelo seco	g	14.88	13.18	
Peso de Tazo	g	12.52	14.87	
Peso de Agua	g	5.21	7.02	
Peso de Suelo seco	g	21.56	28.23	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	24.65	24.62	24.6







INGENIERO RESPONSABLE
 PABLO HERNANDEZ DOMINICAN
 REG. O. C. P. 248804



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZALES N° 483 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RENTAS DE TELÉFONO N° 08100 9999/9999 99999999
 EMAIL: britaldogonzales@comcel.com MPN 9762/000077 TELEF. 074-483000
 CATEGORÍA INCC N° 30000444
LABORATORIO DE ENSAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO / TÍTULO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
DOMINIO : Terreno de fundación - Muestra Patron
SALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
FECHA : 03 JULIO DEL 2023.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tarro		31	32	33	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	81.29	86.34	85.49	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	38.87	38.00	38.82	
Peso de Tarro	g	13.80	14.50	13.88	
Peso de Agua	g	11.28	16.21	9.80	
Peso del Suelo Seco	g	28.33	26.51	21.20	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	42.80	61.61	46.74	41.7
Peso de Líquido		38	25	38	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		34	35	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	g	45.83	38.38	
Peso de Tarro + Suelo seco	g	27.51	32.49	
Peso de Tarro	g	16.21	12.38	
Peso de Agua	g	6.33	4.84	
Peso de Suelo seco	g	23.30	27.15	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	27.15	22.87	22.8





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZALEZ N° 488 - PUEBLO NUEVO - FERROÑAFE
 RENDIMIENTO N° 00000 0000/0000 00000000
 EMAIL: britaldogonzalez@outlook.com MFP 9342000077 TELEF. 074-408004
 CATEGORÍA INCC N° 30000432
LABORATORIO REGISTRO

LIMITES DE CONSISTENCIA
 (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)

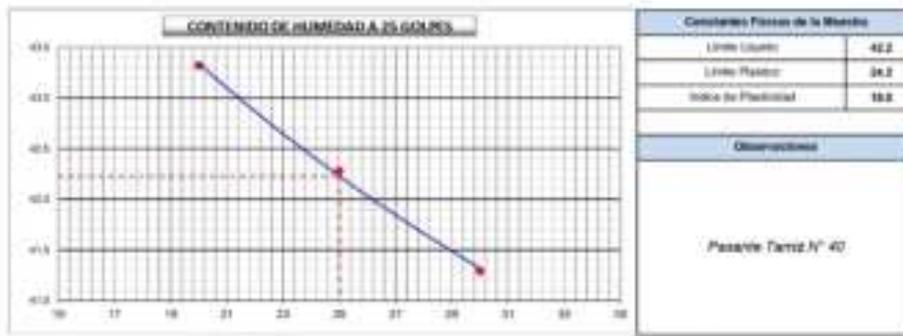
AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO TI: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERROÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DISTRICCIÓN : Terreno de fundación - Muestra Patron
 CALZADA : C-3
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
 FECHA : 13 JULIO DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Torno	g	60	70	80
Peso de Torno + Suelo Humedo	g	76.21	81.89	81.89
Peso de Torno + Suelo Seco	g	46.25	44.07	48.79
Peso de Torno	g	16.84	17.46	16.34
Peso de Agua	g	11.86	9.66	10.51
Peso del Suelo Seco	g	27.81	23.61	23.45
Contenido de Humedad	%	42.33	40.36	45.26
Numero de Golpes		25	25	25
				Límite Líquido
				42.3

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Torno	g	60	70
Peso de Torno + Suelo Humedo	g	46.76	46.57
Peso de Torno + Suelo seco	g	48.79	41.32
Peso de Torno	g	16.37	16.49
Peso de Agua	g	9.91	9.80
Peso de Suelo seco	g	24.42	27.43
Contenido de Humedad	%	24.20	24.20
			Límite Plástico
			24.2



[Signature]
 BRITALDO GONZALEZ
 INGENIERO CIVIL
 REG. COT. 30000432

Anexo 2.1.3. Contenido de humedad

		<p align="center">SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES</p> <p align="center">C.A. BRITALDO GONZALEZ Nº 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE RESOLUCIÓN N° 001003-2009/002- INDECOPI Email: britaldo@hobmail.com BPN #042000877 TELEF. 074-488484 CURSO USAC Nº 50090332 LABORATORIO SEGENMA</p>
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-291 / NTP 330.102)</p>		
AUTOR	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO	
PROYECTO TESIS	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".	
UBICACIÓN	PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE	
DOSIFICACIÓN	Terreno de fundación - Muestra Patron	
CALICATA	C-1	
PROFUNDIDAD	0.10 m. a 1.50 m.	
PROGRESIVA	23 JUNIO DEL 2023	

1. Contenido de Humedad Muestra Integral:

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	14.8	71.8
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	292.3	346.6
Peso de la tara + muestra seca (gr)	314.8	356.6
Peso del agua contenida (gr)	27.5	35.9
Peso de la muestra seca (g)	280.2	299.8
Contenido de Humedad (%)	15.8	15.2
Contenido de Humedad Promedio (%)	15.4	





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. HIRSHALDO GONZÁLEZ N° 183 - PUERTO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO N° 001003-2009/000- INDECOPE
 Email: hgonzalez@hgonzalez.com - RPT 894700027 TELEF. 074-406488
 C/CHACAY UMCK N° 10001112
 LABORATORIO REGISTRO

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
 (ASTM D-294 / NTP 200.192)

AUTOR	DE LA CRUZ PAUCO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO TESIS	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN	PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE
DISPOSICIÓN	Terreno de fundación - Muestra Patron
CALCATA	C-3
PROFUNDIDAD	0.10 m. a 1.50 m.
FECHA	03 JULIO DEL 2023

1. Contenido de Humedad (Muestra Natural)

Descripción	1	2
Peso de tara (g)	15.2	15.8
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	101.2	100.0
Peso de la tara + muestra seca (g)	92.4	89.1
Peso del agua contenido (g)	16.9	10.7
Peso de la muestra seca (g)	76.5	73.5
Contenido de Humedad (%)	16.5	10.7
Contenido de Humedad Promedio (%)	13.6	



		SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES Cta. RETALLOS GONZALES Nº 103 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE REGISTRO Nº 001003-2000/000-00000000 Email: laboratorio@laboratorio.com - RPT: 9747000077 TELEF: 074 866404 LABORATORIO REGIONAL LAMBAYEQUE	
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 295 / NTP 308.150)			
AUTOR	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO		
PROYECTO TESIS	*INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO*.		
UBICACION	PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE		
DESCRIPCION	Terreno de fundación - Muestra Patron		
CALCATA	C-3		
PROFUNDIDAD	0.10 m. a 1.50 m.		
FECHA	13 JULIO DEL 2023		

1. Contenido de Humedad Muestra Interal:

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	71.1	70.9
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	274.0	271.3
Peso de la tara + muestra seca (gr)	261.9	260.1
Peso del agua contenida (gr)	12.1	11.2
Peso de la muestra seca (gr)	172.9	169.2
Contenido de Humedad (%)	10.7	9.5
Contenido de Humedad Promedio (%)	10.1	



Anexo 2.1.4. Gravedad específica y Absorción

		SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES C/ BETALEDO GONZALEZ N° 105 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE RESOLUCIÓN N° 001083 - 2009/040 - INDECOPI Email: leandroservas@hotmail.com RPM 9947009872 TELEF. 074-456484 CODIGO OSCE N° 80090112 LABORATORIO SEGEMSA
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E-208.206 ASTM C-127,128 AASHTO T-84, T-86)		
AUTOR	:	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO	:	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
TEMA	:	
UBICACIÓN	:	PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
DESIGNACIÓN	:	Terreno de fundación - Muestra Patron
CALCATA	:	C-1
PROFUNDIDAD	:	0.10 m. a 1.50 m.
FECHA	:	13 JULIO DEL 2023

1. AGREGADO FINO

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sec. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr	225.4	225.7		
2	Peso Frasco + agua	gr	274.82	275.20		
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr	600.5	601.2		
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr	213.62	213.30		
5	Vol de masa + vol de agua = C-D (gr)	gr	87.5	87.7		
6	Peso de Mat. Seco en estufa (100°C) (gr)	gr	221.87	221.87		
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		85.9	86.0		

RESULTADOS				PROMEDIO
8	Peso bulk (Base seca) o Peso específico de masa = P/E	2.027	2.032	2.024
9	Peso bulk (Base saturada) o Peso específico SSD = A/E	2.578	2.574	2.576
10	Peso aparente (Base Seca) o Peso específico aparente = F/D	2.047	2.044	2.045
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.838	1.680	1.658


 Cecilia María Miguero




 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PIRALES
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.049. 2468914

		SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES C.A. BRITALDO GONZÁLES N° 183 - PUERTO NUEVO - FERREÑAFÉ RESOLUCIÓN N° 001983-2009/0561-INDECOPI Email: leonidasmvva@hotmail.com BPS 4147009672 TELEF. 874-454484 CÓDIGO DNCE N° 80590122 LABORATORIO GEOTÉCNICA	
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E-281,288 / ASTM D-127,128 / AASHTO T-44, T-48)			
AUTOR	:	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO	
PROYECTO	:	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".	
TESE	:		
UBICACIÓN	:	PROVINCIA, FERREÑAFÉ, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE	
OSIFICACIÓN	:	Terreno de fundación - Muestra Patron	
CALCATA	:	C-2	
PROFUNDIDAD	:	0,10 m. a 1,50 m.	
FECHA	:	03 JULIO DEL 2023	

1. AGREGADO FINO

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sol. Dsb. Seco (en Aire) (gr)	gr.	225.3	218.8		
2	Peso Fluido + agua	gr.	278.88	278.88		
3	Peso Fluido + agua + A (gr)	gr.	601.0	602.8		
4	Peso del Mat. + agua en el fluido (gr)	gr.	814.88	814.88		
5	Vol. de masa + vol. de vacío = C-D (gr)	gr.	86.8	87.8		
6	Peso de Mat. Seco en estado (105°C) (gr)	gr.	222.12	222.82		
7	Vol. de masa = E - (A - F) (gr)	gr.	82.8	84.8		

RESULTADOS			PROMEDIO			
8	Peso Sólido (Base seca) o Peso específico de masa= P/E		2.603	2.640		2.647
9	Peso Sólido (Base saturada) o Peso específico SSB= AE		2.603	2.582		2.593
10	Peso aparente (Base Seca) o Peso específico aparente= P/D		2.684	2.694		2.689
11	% de absorción = (A - F)/F*100		1.882	1.888		1.786



		<p align="center">SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES</p> <p align="center">C.A. BRETALDO GONZÁLEZ N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE</p> <p align="center">RESOLUCIÓN N° 001983-2009/0564-INDECOPI</p> <p align="center">Email: bretonblas@hotmell.com RPP 4147009872 TELEF. 874-454884</p> <p align="center">CODIGO DNCE N° 80590313</p> <p align="center">LABORATORIO GEOTENMA</p>
<p align="center">GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN</p> <p align="center">(MTC E-281.204 / ASTM D-127.128 / AASHTO T-44, T-86)</p>		
AUTOR	:	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO	:	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
TEMA	:	
UBICACIÓN	:	PROVINCIA. FERREÑAFE, DEPARTAMENTO. LAMBAYEQUE
OSIFICACIÓN	:	Terreno de fundación - Muestra Patron
CALCATA	:	C-3
PROFUNDIDAD	:	0.10 m. a 1.50 m.
FECHA	:	18 JULIO DEL 2023

1. AGREGADO FINO

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mál. Sol. Sep. Saco (en Aire) (g)	gr.	229.3	231.4		
2	Peso Fluido + agua	gr.	381.28	379.88		
3	Peso Fluido + agua + A (g)	gr.	611.5	611.2		
4	Peso del Mál. + agua en el flaco (g)	gr.	625.86	619.66		
5	Vol. de masa + vol. de vacío = C (g)	gr.	36.5	31.8		
6	Peso del Mál. Seco en estufa (100°C) (g)	gr.	228.21	227.27		
7	Vol. de masa = C - (A - F) (g)		36.5	37.4		

RESULTADOS					PROMEDIO
8	Peso bulk (Base seca) o Peso específico de masa P _B		2.493	2.492	2.493
9	Peso bulk (Base saturada) o Peso específico SSD= A _S		2.564	2.527	2.520
10	Peso aparente (Base Seca) o Peso específico aparente P _A		2.617	2.598	2.608
11	% de absorción = (A - F)/F*100		1.888	1.817	1.812


 Ing. Oscar M. ...
 Laboratorio Geotécnica, Asfalto y Ensayo de Materiales

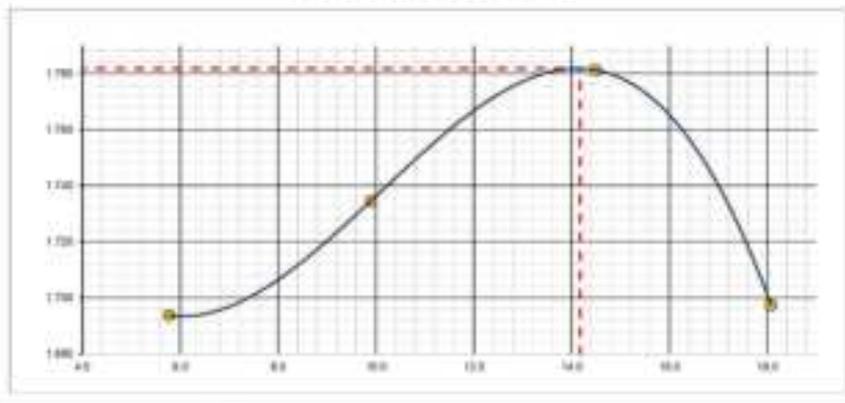



 MIGUEL ANGEL SUAREZ TORALES
 INGENIERO CIVIL
 REG. COP. 2466434

Anexo 2.2. Propiedades mecánicas de las muestras de suelo M01, M02, M03.

Anexo 2.2.1. Proctor Modificado

Modelo N° 1		Cilindro Muestra			Volumen Muestra		Peso Muestra		H ^o de capas		S
Material		A	B	C	cm ³	cm ³	gr	gr	N° de golpes	25 000	
NUMERO DE ENSAYOS											
Peso Suelo + Martillo		gr			3.450	3.632	3.890	3.934			
Peso Suelo Humedo Compactado		gr			1.088	1.834	1.817	1.868			
Peso Volumétrico Humedo		gr			1.790	1.901	2.938	1.890			
Peso Suelo Humedo + Taza		gr			280.92	290.34	286.90	280.90			
Peso Suelo Seco + Taza		gr			280.98	272.30	294.21	280.31			
Peso de la Taza		gr			73.60	73.24	73.00	74.00			
Peso del agua		gr			19.0	20.4	28.4	32.1			
Peso del suelo seco		gr			219	181	170	180			
Contenido de agua		%			7.4	11.9	14.8	17.5			
Densidad Seca		gr/cm ³			1.872	1.564	1.777	1.892			
RESULTADOS											
Densidad Máxima Seca		1.778		gr/cm ³		Humedad Óptima		14.4		%	
Densidad Máxima Seca Corregida				gr/cm ³		Humedad Óptima				%	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA											

		SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES Ca. METALDO CONZALES N° 183 - PUERTO NUEVO - FERREÑAFE RUCMI N° 20102 - 2009 / 0165 - 10011301 Email: contactosogema@outlook.com - RPN 884709627 TEL: 074 408489					
RELACION DENSIDAD-HUMEDAD (PROCTOR) <small>(MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-991 - AASHTO T-99)</small>							
AUTOR	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO						
PROYECTO TEMA	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".						
UBICACION	PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE						
UBICACION	Terreno de fundación - Muestra Patron						
CALKATA	C-2						
FECHA	03 JULIO DEL 2023						
Módulo N° 1	Densidad Máxima	g/cm ³	g	Volumen Máximo	cm ³	W _o de campo	g
	Móvil	A	B	C	Peso Máximo	1700	g
NUMERO DE ENSAYOS							
Peso Suelo + Molde	g	1.452	1.395	1.337	1.282		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1.894	1.732	1.617	1.494		
Peso Molde + Suelo Humedo	g	1.791	1.936	2.038	2.094		
Molde + Suelo							
Peso Suelo Humedo + Tare	g	421.20	428.10	415.50	421.10		
Peso Suelo Seco + Tare	g	405.25	399.85	379.25	374.82		
Peso de la Tare	g	112.21	114.32	121.21	117.54		
Peso del agua	g	17.2	28.3	37.3	46.3		
Peso del suelo seco	g	294	285	257	257		
Contenido de agua	%	5.8	9.9	14.5	18.1		
Densidad Seca	g/cm ³	1.894	1.732	1.591	1.497		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca	1.792	g/cm ³		Humedad óptima	14.2	%	
Densidad Máxima Seca Compacta		g/cm ³		Humedad óptima		%	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							
							
							

**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**

Ca. METALDO GONZALEZ N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
DIRECCION N° 000000-0000/0000-0000000000
EMAIL: ingenieros@geotecnia.com RPN 844200007 TELEF. 054 400400
CORREO 0107 N° 000000 0 0
LABORATORIO SEGENMA

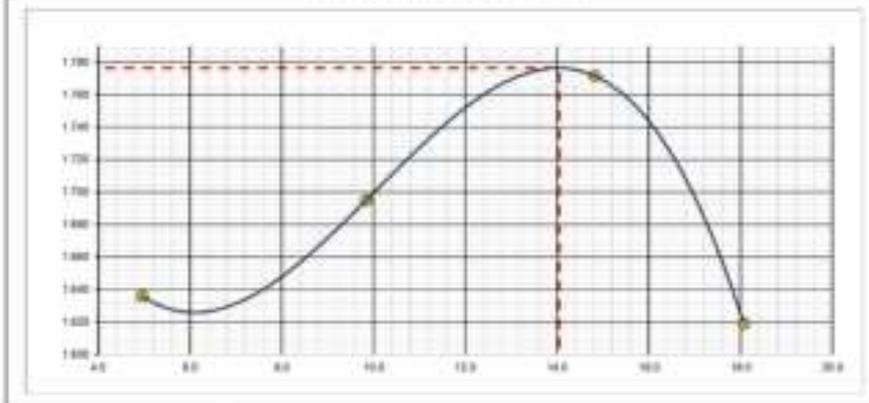
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(BTC 8-116, 8-118 / ASTM D-1557, D-998 / AASHTO T-99)

AUTOR: DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO TEMA: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN: PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
UBICACIÓN: Terreno de fundación - Muestra Patron
CALKATA: C-3
FECHA: 13 JULIO DEL 2023

Muestra N° 1	Densidad Máxima Móxima	g/cm ³	g/cc	Volumen Móvil	cm ³	gub	N° de golpes	g
				Peso Móvil	1700	gr	17 de golpes	25.5gr
HUMEDAD DE ENSAYOS								
Peso Suelo + Molde			gr	3.292	3.215	3.085		3.292
Peso Suelo Humedo Compactado			gr	3.814	3.750	3.812		3.787
Peso Molde + Suelo Humedo			gr	3.117	3.082	3.058		3.012
Peso Molde + Agua								
Peso Suelo Humedo + Tara			gr	285.84	275.18	281.75		285.75
Peso Suelo Seco + Tara			gr	285.45	283.21	287.18		285.15
Peso de la Tara			gr	75.54	75.54	71.11		76.57
Peso del agua			gr	10.2	18.2	24.8		33.8
Peso del suelo seco			gr	257	184	188		188
Contenido de agua			%	5.5	8.8	14.8		18.1
Densidad Seca			g/cm ³	1.638	1.685	1.772		1.618

RESULTADOS					
Densidad Máxima Seca	1.772	g/cm ³	Humedad óptima	14.8	%
Densidad Máxima Seca Corrección		g/cm ³	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Anexo 2.2.2. California Bearing Ratio (CBR)

 SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES Ca. BETALEDO GONZALEZ N° 143 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE RENDIMIENTO N° 001057-2009/1004-10011001 Email: ferrenafamateriales@boltoncar.com RPS 4947009877 TELCF. 074-400404 CODIGO SUCE N° 80090432 LABORATORIO SEGENMA															
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC 8-12 / ASTM D 1587 / AASTHO T 193)															
AYUD: DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO															
PROYECTO: TÍTULO:	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".														
UBICACIÓN:	PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE														
CONDICIÓN:	Terrano de fundación - Muestra Patron														
CALESTA:	C-1														
FECHA:	23 JUNIO DEL 2023														
CALCULO DEL CBR															
Modelo Nº	1	2	3												
Capas Nº	8	8	8												
Capas por capa Nº	8	25	10												
Características de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO									
Peso de molde + agua (normal) (g)	4021	4021	4021	4021	4021	4021									
Peso de molde (g)	4750.8	4750.8	4750.8	4750.8	4750.8	4750.8									
Peso del suelo (normal) (g)	4142.3	3855.8	3855.8	3855.8	3855.8	3855.8									
Volumen del molde (dm³)	2033.2	2033.2	2033.2	2033.2	2033.2	2033.2									
Densidad normal (g/cm³)	2.038	1.898	1.898	1.898	1.898	1.898									
Tasa (%)															
Peso agua (normal + seca) (g)	371.5	382.2	382.2	382.2	382.2	382.2									
Peso suelo seco + molde (g)	4122.2	3822.2	3822.2	3822.2	3822.2	3822.2									
Peso de molde (g)	4750.8	4750.8	4750.8	4750.8	4750.8	4750.8									
Peso de agua (g)	72.8	87.8	87.8	87.8	87.8	87.8									
Peso de agua (g)	88.7	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2									
Peso de suelo seco (g)	388.9	384.4	384.4	384.4	384.4	384.4									
Contenido de humedad (%)	14.3	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7									
Densidad seca (g/cm³)	1.788	1.888	1.888	1.888	1.888	1.888									
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
23/06/23	08:24:00 a.m.	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000				
24/06/23	08:24:00 a.m.	24	8	0.300	0.167	8	0.200	0.117	7	0.118	0.188				
25/06/23	08:24:00 a.m.	48	20	0.900	0.442	20	0.500	0.488	21	0.222	0.688				
26/06/23	08:24:00 a.m.	72	30	1.500	0.771	30	0.914	0.750	29	0.600	1.574				
27/06/23	08:24:00 a.m.	96	40	1.100	1.070	40	1.145	0.604	47	1.188	1.038				
PENETRACION															
PENETRACION	CARGA		SOLDE Nº		M-01		SOLDE Nº		M-02		SOLDE Nº		M-03		
	mm	kg	ESTADO	CARGA	CORRECCION	kg	%	ESTADO	CARGA	CORRECCION	kg	%	ESTADO	CARGA	CORRECCION
0.000	0.000		0	0				0	0				0	0	
0.400	0.200		15.3	0.7				15.3	0.4				15.3	0.3	
1.070	0.500		28.4	1.4				28.4	0.8				28.4	0.6	
1.900	0.970		35.9	1.7				35.9	0.9				35.9	0.8	
2.940	1.100	19.28	41.7	2.1	8	4.2		39.9	1.9	8	4.4		39.2	1.9	1.9
3.810	1.100		110.0	0.9				99.9	0.9				99.2	0.9	
5.000	1.200	18.43	127.3	0.6	9	4.8		99.2	0.6	8	3.3		99.4	0.6	3.3
6.300	1.200		100.2	0.2				100.7	0.0				101.7	0.0	
7.800	1.300		224.9	0.9				227.1	0.9				232.1	0.8	
10.000	1.500		370.0	0.8				372.4	0.2				377.0	0.9	
12.700	1.500		395.7	0.4				394.1	0.9				398.7	0.8	



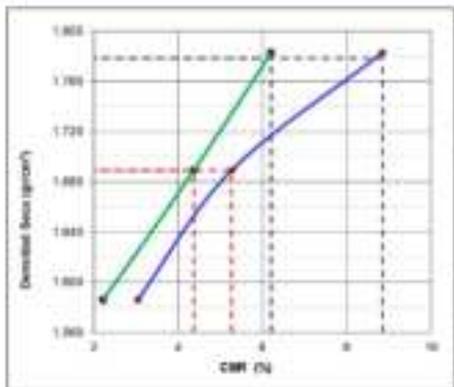


SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 CA. BRITALDO GONZÁLES N° 182 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RESOLUCIÓN N° 001893-2008/DSM-INDSCOPI
 Email: britaldogonzales@tecnica.com RPN 894700827 TELEF. 074-856488
 CIEUDO ORCE N° 8008113
 LABORATORIO TECNICA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
POSICIÓN : Terreno de fundación - Muestra Patron
CALICATA : C-1
FECHA : 23 JUNIO DEL 2023

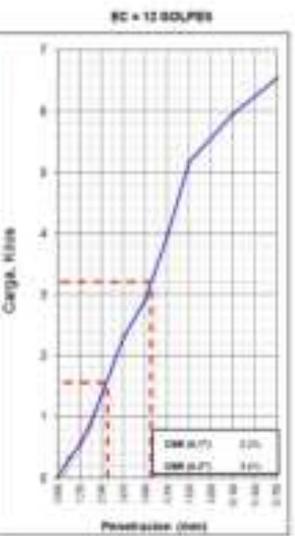
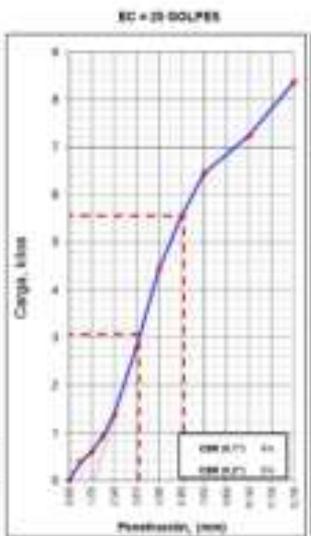
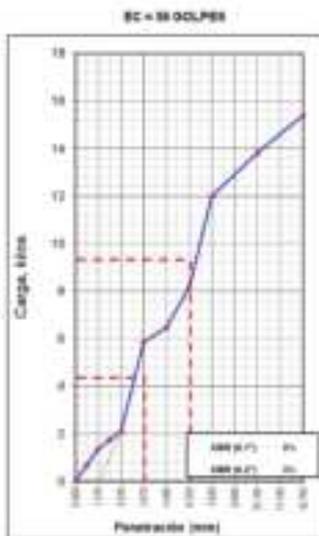
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION		AASHTO T-99
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		1.779
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		14.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)		1.689

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	8.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	4.4 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	8.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	5.3 %

OBSERVACIONES:



[Signature]
 BRITALDO GONZÁLES
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 35889



RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC 6-102) (ASTM D-1585) (ANEXO T-102)

ANTOR : DE LA CRUZ PARCO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DOMICILIO : Terreno de fundación - Muestra Patrón
 CALIFAZA : C-2
 FECHA : 03 JULIO DEL 2023

CÁLCULO DEL CBR

Carga (k)	1		2		3	
	9	9	9	9	9	9
Indice por carga (k)	54		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + suelo húmedo (g)	3034		3111		3272	
Peso de molde (g)	479.0		472.0		463.0	
Peso del suelo húmedo (g)	2555.0		2639.0		2809.0	
Volumen del molde (cm ³)	3000.0		3000.0		3000.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	0.852		0.883		0.936	
Tm (°C)						
Peso agua (líquido + vapor) (g)	339.0		367.0		381.0	
Peso agua (vapor + vapor) (g)	312.0		339.0		351.0	
Peso de agua (g)	73.0		87.0		71.0	
Peso de agua (g)	36.1		43.0		35.2	
Peso de agua (vapor) (g)	206.9		273.9		271.9	
Contenido de humedad (%)	14.0		14.0		14.0	
Densidad seca (g/cm ³)	0.736		0.764		0.801	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
04/07/23	08:12:00 a.m.	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
04/07/23	08:12:00 a.m.	24	12	0.200	0.200	11	0.275	0.363	12	0.300	0.300
04/07/23	08:12:00 a.m.	48	21	0.304	0.300	22	0.550	0.490	21	0.550	0.490
06/07/23	08:12:00 a.m.	72	26	0.380	0.320	26	0.561	0.461	26	0.560	0.420
07/07/23	08:12:00 a.m.	96	30	1.270	1.100	40	1.210	1.060	40	1.200	1.040

PENETRACION

PENETRACION	LARGA		MOLDE N°		M-31		MOLDE N°		M-42		MOLDE N°		M-40	
	mm	psdy	ESTAD.	CARGA	CONVERSION	CONVERSION	CARGA	CONVERSION	CARGA	CONVERSION	CARGA	CONVERSION	CARGA	CONVERSION
mm	psdy	kg/cm ²	kg	kg	%	kg	kg	kg	%	kg	kg	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0		0	0				0	0		
0.020	0.020		17.1	0.4		17.0	0.4				0.4	0.4		
1.270	0.200		20.0	1.0		13.0	0.7				11.0	0.6		
1.800	0.075		16.0	0.4		22.4	1.2				20.0	1.0		
2.540	0.400	70.00	20.0	0.5	4	6.2	0.3	4	3.2	16.0	1.4	1.5	0.6	
3.810	0.150		16.4	0.8		13.0	0.8				10.0	0.8		
5.080	0.200	100.00	100.0	7.0	8	17	100.0	0.0	0	0.0	03.2	0.2	0.7	0.5
6.350	0.050		14.0	0.4		12.0	0.2				8.0	0.4		
7.620	0.050		10.0	0.4		10.0	0.4				10.2	0.4		
10.000	0.400		100.0	10.0		140.7	0.2				121.4	0.2		
12.500	0.050		100.0	11.0		140.4	0.2				108.7	0.2		





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

CA. INSTITUTO TECNOLÓGICO Nº 103 - PUERTO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO Nº 20103-2004/000-00000000
 E-mail: tecnologico103@telefonos.com RPP 494700077 TELEF. 078-808484
 CENTRO CERC Nº 00000444
LABORATORIO CIENTÍFICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC 8-13 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

AUTOR: DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO / TÍTULO: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

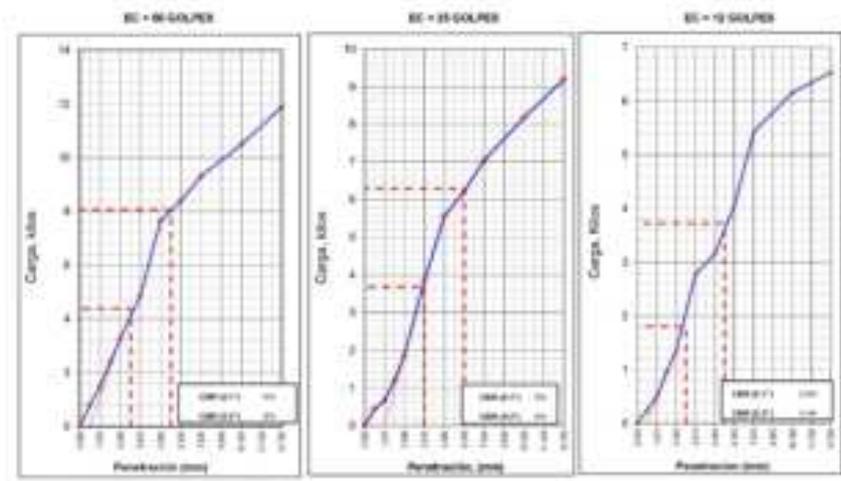
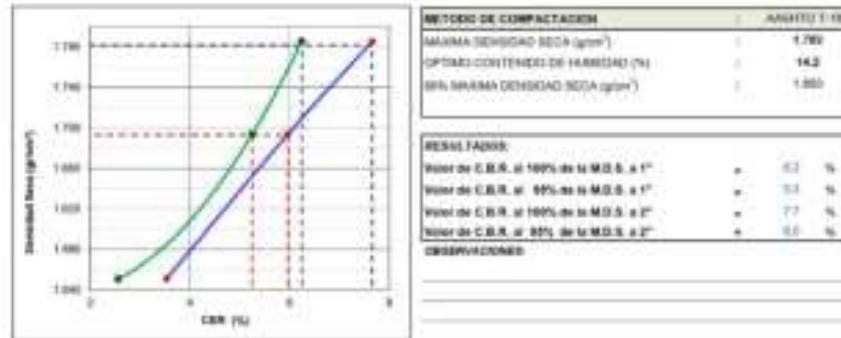
UBICACIÓN: PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

COMPAÑÍA: Terrano de fundación - Muestra Patron

CAUCUTA: C-2

FECHA: 03 JULIO DEL 2023

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR







SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 P.O. BOX 100000 - LAMBAYEQUE - PERU
 INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA
 SERVICIOS GEOTECNICOS S.R.L.
 LABORATORIO REGIONAL

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC 6-132 / ANTE-D-188 / ANEXO 7-132)

AVTOR : DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO"
 UBICACION : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCION : Terreno de fundación - Muestra Patron
 CALIFAZA : C-3
 FECHA : 13 JULIO DEL 2023

CALCULO DEL CBR

	1	2	3
Moeda M	1	2	3
Carga M	5	5	5
Capas por 100mm M	54	25	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	321.1	321.1	321.1
Peso de molde (g)	478.2	478.2	478.2
Peso de agua (g)	218.0	202.9	202.0
Volumen del molde (cm ³)	303.0	303.0	303.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.059	1.059	1.059
T ₁₀₀ (%)			
Peso agua (g)	202.1	202.9	202.1
Peso agua seco (g)	202.1	202.7	202.0
Peso de agua (g)	19.0	13.2	15.5
Peso de agua (g)	19.0	13.1	17.1
Peso de agua seco (g)	202.7	202.9	202.1
Contenido de humedad (%)	14.3	14.3	14.1
Densidad seca (g/cm ³)	1.084	1.084	1.084

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
14/07/23	08:33:00 a.m	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
14/07/23	08:33:00 a.m	24	6	0.204	0.191	6	0.204	0.191	7	0.178	0.165
14/07/23	08:33:00 a.m	48	20	0.658	0.642	21	0.693	0.664	25	0.820	0.804
14/07/23	08:33:00 a.m	72	30	0.989	0.973	40	1.314	1.295	20	0.682	0.671
14/07/23	08:33:00 a.m	96	40	1.318	1.291	45	1.542	1.504	47	1.584	1.538

PENETRACION

PENETRACION	LARGA	MOLDE M ³	M-91				M-92				M-93			
			ESTADO		CORRECCION		ESTADO		CORRECCION		ESTADO		CORRECCION	
			mm	kg	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
0.000	0.000	0	0			0	0			0	0			
3.830	2.200	11.0	0.7			9.4	0.8			8.1	0.8			
1.270	2.200	20.1	1.4			12.5	0.9			12.2	0.9			
1.820	3.075	16.5	0.8			22.5	1.1			17.9	0.8			
2.340	4.100	79.26	10.1	0.4	4	0.7	20.1	1.8	0	4.3	27.4	1.0	1.6	
3.830	5.150	118.3	9.8	0.4			32.1	2.8			42.1	2.8		
5.980	6.200	195.0	9.4	0	8	0.8	33.4	4.7	0	8.4	50.7	3.0	3.4	
8.200	7.200	271.0	8.8				100.0	8.8			91.4	4.1		
7.540	8.200	320.6	10.0				120.1	8.8			100.1	8.8		
10.100	9.400	379.0	10.0				100.0	11.7			100.0	9.1		
12.600	10.600	501.0	10.0				170.0	9.7			100.0	8.8		



(Signature)
 ING. PABLO DOMINGO
 Director Regional



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

C.A. SERVICIOS TECNICALES Nº 101 - PUNTO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO Nº 001003-2004/DRE-INDUCOM
 E-mail: servicioestecnica@gmail.com RPP 494700627 TELEF. 074-898484
 CARRERA OCHO Nº 80000418
LABORATORIO CIENTÍFICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

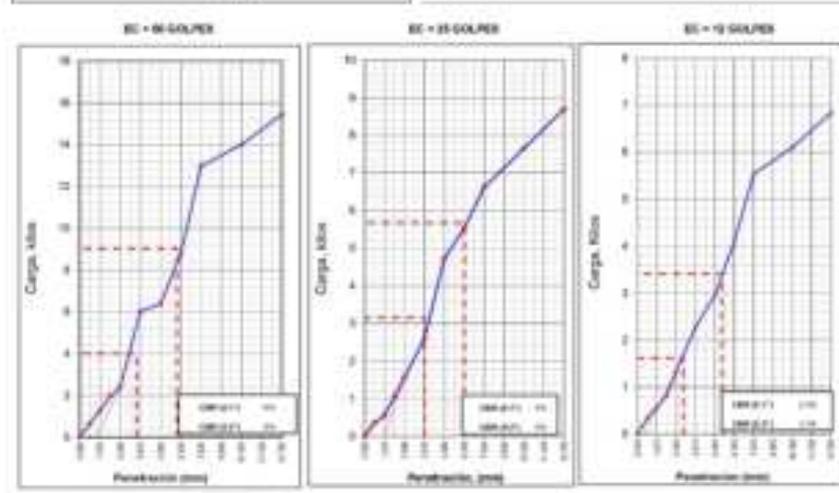
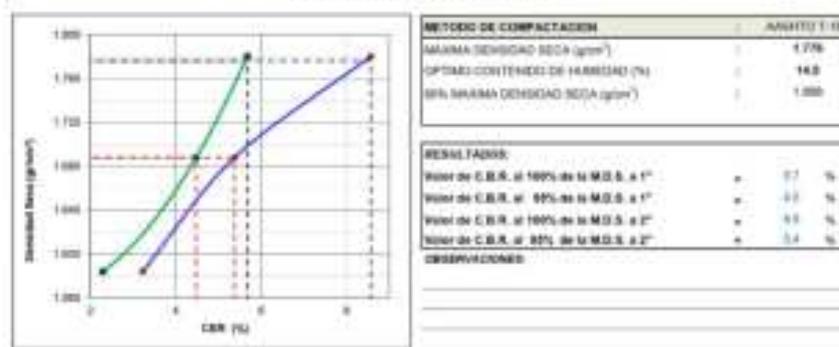
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

COMPLICACIÓN : Terrazo de fundación - Muestra Patron

CAUCATA : C-3

FECHA : 13 JULIO DEL 2023

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR







Anexo 2.3. Propiedades físicas de la ceniza de cáscara de café

Anexo 2.3.1. Gravedad específica y Absorción

		SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES C.A. BRETALDO GONZALEZ N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE RESOLUCION N° 001983-2009/0545-INDECOPI Email: brettaldogonzalez@hotmail.com BPS 4547009877 TELEF. 874-454884 CODIGO DNCE N° 80590313 LABORATORIO SEENPMS
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION (MTC E-285.284 / ASTM D-157.129 / AASHTO T-44, T-86)		
AUTOR	:	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO	:	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
TESIS	:	
UBICACION	:	PROVINCIA, FERREÑAFE, DEPARTAMENTO, LAMBAYEQUE
MUESTRA	:	Ceniza de Cáscara de Café
FECHA	:	23 JUNIO DEL 2023

1. AGREGADO FINO

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sol. Sep. Seco (en Aire) (gr)	gr.	338.88	338.27		
2	Peso Frasco + agua	gr.	376.16	376.02		
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	385.8	385.7		
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	395.38	395.38		
5	Vál de masa + vál de vacío = C-D (gr)	gr.	85.5	85.5		
6	Pt. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	305.38	305.49		
7	Vál de masa = E - (A - F) (gr)		81.5	81.7		

RESULTADOS				PROMEDIO	
8	Pt. bulk (Base seca) o Peso específico de masa FIE		2.491	2.492	2.492
9	Pt. bulk (Base saturada) o Peso específico SSD-AE		2.440	2.440	2.440
10	Pt. aparente (Base Seca) o Peso específico aparente FIE		2.510	2.514	2.510
11	% de absorción = $\frac{(9 - 8)}{8} \times 100$		1.84	1.810	1.828



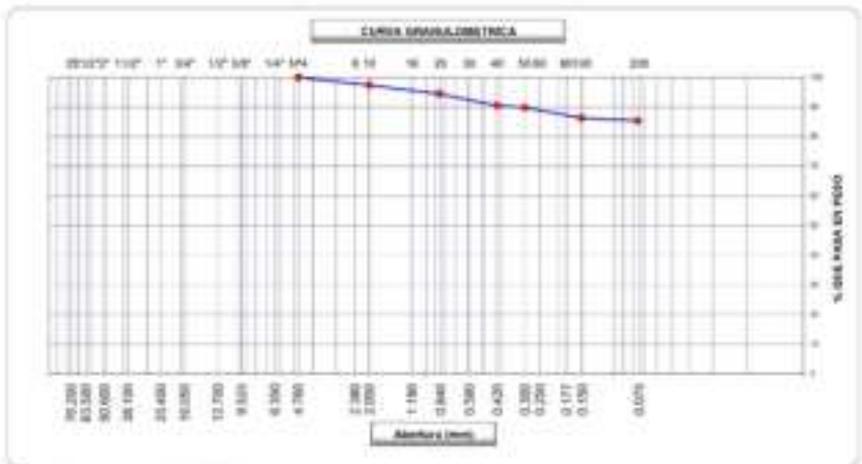


SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASPALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BATILDO GONZÁLEZ N° 103 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO N° 001983-2009/090.INDUCEPI
 RUC: 2060900372 TEL: 074 488444
 CORREO: SERVICIOS@BATILDOGONZALEZ.COM
 SUBDISTRITO: SECHURA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

AUTOR: DE LA CRUZ PAUCO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN: PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
DIRECCIÓN: Ceniza de Cáscara de Café 10%
CALICATA: C-1
PROFUNDIDAD: 0.10 m. a 1.30 m.
FECHA: 29 JUNIO DEL 2023

Tamaño ASTM	Retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Pasado	Porcentaje Acumulado	Porcentaje Sub-Paso	Retenido en Especificación	Descripción
19	127.000						Límite de Retenido
47	107.000						Peso Total (g)
75	75.000						Peso Pasado Fino Fino Lento (g)
150	30.000						32.5
300	20.000						Límite de Retenido
600	12.000						Tamaño Nominal
1250	5.000						Tamaño Nominal
2500	2.000						14
5000	1.000						Grava (g)
10000	0.500						arena (g)
20000	0.200						Finis (g)
40000	0.100				100.00		
75	0.200						Límite Superior
150	0.200	0.20	2.00	2.00	97.77		Límite Líquido (%)
300	0.200	0.20	2.00	5.00	94.99		Límite Plástico (%)
600	0.200	0.20	2.00	9.00	91.00		Índice de Plasticidad (%)
1250	0.200	0.20	2.00	11.00	89.00		Coeficiente de Uniformidad
2500	0.200	0.20	2.00	11.00	89.00		Coeficiente de Armonización
5000	0.200	0.20	2.00	11.00	89.00		
10000	0.200	0.20	2.00	11.00	89.00		
20000	0.200	0.20	2.00	11.00	89.00		
40000	0.200	0.20	2.00	11.00	89.00		
Finis	0.200	0.20	2.00	11.00	89.00		

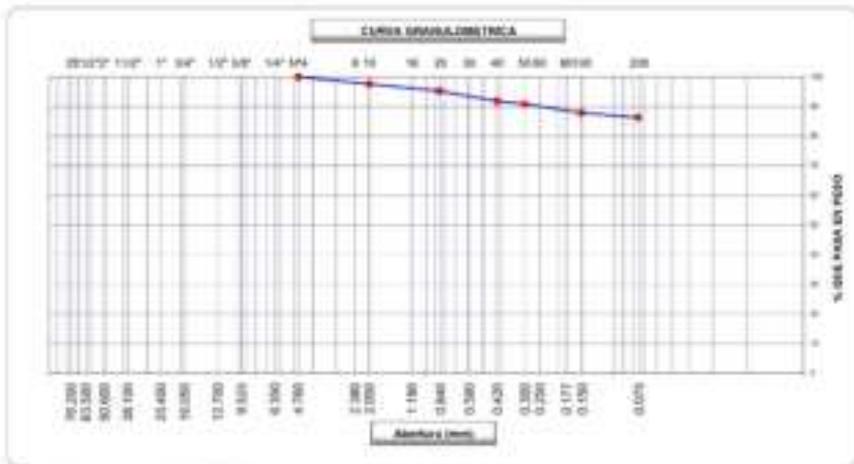


SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Cc. BRITALDO GONZALEZ N° 303 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO N° 004983 - 0009 / ORO. INDECOPI
 Email: ingenieros@ingenierosgeotecnicos.com RPP 098 908877 93387. N° 40444
 CONTACTO: 011 444 4444
 LAMBAYEQUE, PERÚ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
COORDINACIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 10%
CALCATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
FECHA : 08 JULIO DEL 2023

Tamizaje ASTM	Retenido (g)	Porcentaje Retenido	Porcentaje Pasado	Retenido (g)	Porcentaje Retenido	Retenido en Especificación	Descripción
10"	127.000						L. Zona de Retención
4"	107.000						Peso total (Total g)
2"	75.000						Peso (Total - Zona de Retención)
2-10"	30.000						
2"	30.000						L. Clasificación
1-10"	37.000						Tamaño Máximo
4"	25.000						Tamaño Máximo (Nominal)
20"	19.000						Ceniza (%)
10"	12.700						arena (%)
60"	0.000						arena (%)
10"	0.000						
10-4"	4.700			100.00			
10-6"	0.000						L. Distribución
10-10"	0.000	0.00	0.00	0.00	97.00		Límite Líquido (%)
10-15"	1.100						Límite Plástico (%)
10-20"	0.000	0.00	0.00	0.00	99.00		Índice de Plasticidad (%)
10-30"	0.000						Coeficiente de Uniformidad
10-40"	0.000	0.00	0.00	0.00	97.00		Coeficiente de Acertitud
10-50"	0.000						
10-60"	0.000						
10-100"	0.000	0.00	0.00	0.00	97.00		
10-200"	0.000	0.00	0.00	0.00	99.00		
Total		100.0	99.0	100.0			

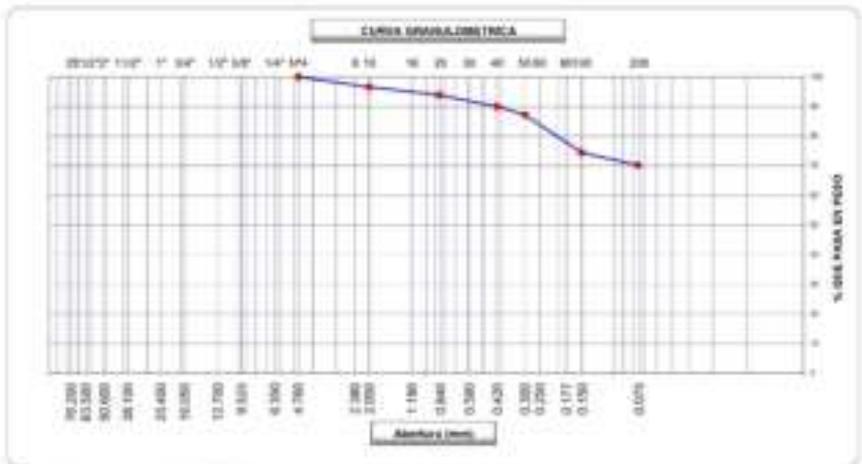


SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ca. BRITALDO GONZALEZ N° 303 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO N° 000003-2009/COS. INDECOPI
 Email: ingenieros@geotecnicos.com WWW: www.geotecnicos.com TEL: 011-800044
 CORDON CAYCUM N° 000003 S 2
 LAMBAYEQUE, PERU

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 10%
 CALICATA : C-5
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
 FECHA : 18 JULIO DEL 2023

Tamizaje ASTM	Apertura (mm)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Porcentaje Pasado	Retenido en Especificación	Descripción
#10	2.0					L. Pasa de Retenido
#20	0.85					Peso retenido Total (g)
#40	0.425					Peso retenido Fino Fino (g)
#60	0.25					
#80	0.18					
#100	0.15					
#150	0.10					
#200	0.075					
Fineza		107.6	76.1	23.9		





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

AV. BOLIVAR 1045 LIMA - PERÚ TEL: 334 2424 - FAX: 334 2423
 BOULEVARD 1045 LIMA - PERÚ TEL: 334 2424 - FAX: 334 2423
 PUNTA INTERCOMERCIAL S.A. (C.A.) BOULEVARD 1045 LIMA - PERÚ
 LABORATORIO REGIONAL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

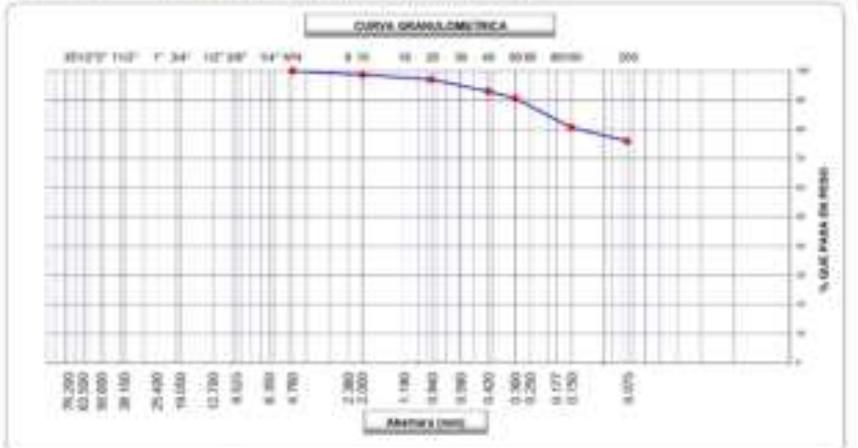
AUTOM: DE LA CRUZ FAUCO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO/TEMA: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
UBICACIÓN: PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
ESPECIFICACIÓN: Céniza de Cáscara de Café 15%
CALIDAD: C-1
PROFUNDIDAD: 0.10 m a 1.50 m
FECHA: 28 JUNIO DEL 2023.

Tamiz (Acto)	Máximo (mm)	Peso Retenido	Peso Pasado	Peso Retenido (Porcentaje)	Peso Pasado (Porcentaje)	Clasificación	Normativa
2"	51.000						1. Fines y Materiales
4"	101.000						Peso Pasado (Cada) (g)
5"	125.000						Peso Pasado (Cada) (g)
10" </td <td>250.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	250.000						
20" </td <td>500.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2. Gradación</td>	500.000						2. Gradación
30" </td <td>750.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Tamaño Máximo (mm)</td>	750.000						Tamaño Máximo (mm)
40" </td <td>1000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>30"</td>	1000.000						30"
60" </td <td>1500.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>40"</td>	1500.000						40"
75" </td <td>1875.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Grava (g)</td>	1875.000						Grava (g)
90" </td <td>2250.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Grava (g)</td>	2250.000						Grava (g)
100" </td <td>2500.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Grava (g)</td>	2500.000						Grava (g)
150" </td <td>3750.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	3750.000						
200" </td <td>5000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	5000.000						
250" </td <td>6250.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	6250.000						
300" </td <td>7500.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	7500.000						
375" </td <td>9375.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	9375.000						
450" </td <td>11250.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	11250.000						
525" </td <td>13125.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	13125.000						
600" </td <td>15000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	15000.000						
750" </td <td>18750.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	18750.000						
900" </td <td>22500.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	22500.000						
1050" </td <td>26250.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	26250.000						
1200" </td <td>30000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	30000.000						
1500" </td <td>37500.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	37500.000						
2000" </td <td>50000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	50000.000						
2500" </td <td>62500.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	62500.000						
3000" </td <td>75000.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	75000.000						
3750"	93750.000						
4500"	112500.000						
5250"	131250.000						
6000"	150000.000						
7500"	187500.000						
9000"	225000.000						
10500"	262500.000						
12000"	300000.000						
15000"	375000.000						
20000"	500000.000						
25000"	625000.000						
30000"	750000.000						
37500"	937500.000						
45000"	1125000.000						
52500"	1312500.000						
60000"	1500000.000						
75000"	1875000.000						
90000"	2250000.000						
105000"	2625000.000						
120000"	3000000.000						
150000"	3750000.000						
200000"	5000000.000						
250000"	6250000.000						
300000"	7500000.000						
375000"	9375000.000						
450000"	11250000.000						
525000"	13125000.000						
600000"	15000000.000						
750000"	18750000.000						
900000"	22500000.000						
1050000"	26250000.000						
1200000"	30000000.000						
1500000"	37500000.000						
2000000"	50000000.000						
2500000"	62500000.000						
3000000"	75000000.000						
3750000"	93750000.000						
4500000"	112500000.000						
5250000"	131250000.000						
6000000"	150000000.000						
7500000"	187500000.000						
9000000"	225000000.000						
10500000"	262500000.000						
12000000"	300000000.000						
15000000"	375000000.000						
20000000"	500000000.000						
25000000"	625000000.000						
30000000"	750000000.000						
37500000"	937500000.000						
45000000"	1125000000.000						
52500000"	1312500000.000						
60000000"	1500000000.000						
75000000"	1875000000.000						
90000000"	2250000000.000						
105000000"	2625000000.000						
120000000"	3000000000.000						
150000000"	3750000000.000						
200000000"	5000000000.000						
250000000"	6250000000.000						
300000000"	7500000000.000						
375000000"	9375000000.000						
450000000"	11250000000.000						
525000000"	13125000000.000						
600000000"	15000000000.000						
750000000"	18750000000.000						
900000000"	22500000000.000						
1050000000"	26250000000.000						
1200000000"	30000000000.000						
1500000000"	37500000000.000						
2000000000"	50000000000.000						
2500000000"	62500000000.000						
3000000000"	75000000000.000						
3750000000"	93750000000.000						
4500000000"	112500000000.000						
5250000000"	131250000000.000						
6000000000"	150000000000.000						
7500000000"	187500000000.000						
9000000000"	225000000000.000						
10500000000"	262500000000.000						
12000000000"	300000000000.000						
15000000000"	375000000000.000						
20000000000"	500000000000.000						
25000000000"	625000000000.000						
30000000000"	750000000000.000						
37500000000"	937500000000.000						
45000000000"	1125000000000.000						
52500000000"	1312500000000.000						
60000000000"	1500000000000.000						
75000000000"	1875000000000.000						
90000000000"	2250000000000.000						
105000000000"	2625000000000.000						
120000000000"	3000000000000.000						
150000000000"	3750000000000.000						
200000000000"	5000000000000.000						
250000000000"	6250000000000.000						
300000000000"	7500000000000.000						
375000000000"	9375000000000.000						
450000000000"	11250000000000.000						
525000000000"	13125000000000.000						
600000000000"	15000000000000.000						
750000000000"	18750000000000.000						
900000000000"	22500000000000.000						
1050000000000"	26250000000000.000						
1200000000000"	30000000000000.000						
1500000000000"	37500000000000.000						
2000000000000"	50000000000000.000						
2500000000000"	62500000000000.000						
3000000000000"	75000000000000.000						
3750000000000"	93750000000000.000						
4500000000000"	112500000000000.000						
5250000000000"	131250000000000.000						
6000000000000"	150000000000000.000						
7500000000000"	187500000000000.000						
9000000000000"	225000000000000.000						
10500000000000"	262500000000000.000						
12000000000000"	300000000000000.000						
15000000000000"	375000000000000.000						
20000000000000"	500000000000000.000						
25000000000000"	625000000000000.000						
30000000000000"	750000000000000.000						
37500000000000"	937500000000000.000						
45000000000000"	1125000000000000.000						
52500000000000"	1312500000000000.000						
60000000000000"	1500000000000000.000						
75000000000000"	1875000000000000.000						
90000000000000"	2250000000000000.000						
105000000000000"	2625000000000000.000						
120000000000000"	3000000000000000.000						
150000000000000"	3750000000000000.000						
200000000000000"	5000000000000000.000						
250000000000000"	6250000000000000.000						
300000000000000"	7500000000000000.000						
375000000000000"	9375000000000000.000						
450000000000000"	11250000000000000.000						
525000000000000"	13125000000000000.000						
600000000000000"	15000000000000000.000						
750000000000000"	18750000000000000.000						
900000000000000"	22500000000000000.000						
1050000000000000"	26250000000000000.000						
1200000000000000"	30000000000000000.000						
1500000000000000"	37500000000000000.000						
2000000000000000"	50000000000000000.000						
2500000000000000"	62500000000000000.000						
3000000000000000"	75000000000000000.000						
3750000000000000"	93750000000000000.000						
4500000000000000"	112500000000000000.000						
5250000000000000"	131250000000000000.000						
6000000000000000"	150000000000000000.000						
7500000000000000"	187500000000000000.000						
9000000000000000"	225000000000000000.000						
10500000000000000"	262500000000000000.000						
12000000000000000"	300000000000000000.000						
15000000000000000"	375000000000000000.000						
20000000000000000"	500000000000000000.000						
25000000000000000"	625000000000000000.000						
30000000000000000"	750000000000000000.000						

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)

AUTOS : DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO/TEM : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
DESCRIPCIÓN : Cenicita de Cáscara de Café 15%
CALIDAD : C-3
PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
FECHA : 18 JULIO DEL 2023

Tamaño Acto	Material (gr)	Porcentaje	Porcentaje Pasado	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido en Frase	Mostrado en Clasificación	Normativa
#2	107.000						1. Fines de Material
#4	53.500						Peso Pasado (gr)
#10	21.400						Peso Pasado (Porcentaje Pasado) (gr)
#20	10.700						1. Gradación
#40	5.350						Tamaño Máximo
#60	3.567						Tamaño Máximo Permisible
#75	2.675						Grano (%)
#100	2.140						Grano (%)
#150	1.598						Grano (%)
#200	1.070						1. Distribución
#250	8.250	7.72	7.29	2.71	99.29		Límite Líquido (%)
#300	6.563	6.13	5.60	4.40	95.60		Límite Plástico (%)
#425	4.625	4.32	3.79	6.21	93.79		Límite de Plasticidad (PL)
#600	3.275	3.07	2.54	7.46	92.54		Coeficiente de Uniformidad
#750	2.450	2.28	1.75	8.25	91.75		Coeficiente de Gradación
#1000	1.763	1.65	1.12	8.88	91.12		Ar (PL)
#2000	1.070	1.00	0.47	9.53	90.47		
Residuo	107.0	100.0	90.5	9.5			



Anexo 2.4.2. límites de atterberg



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

CAL. BRITALDO GONZALEZ N° 483 - PUEBLO NUEVO - FERROÑAFE

BOULEVARD N° 80000 0000/0000 00000000

EMAIL: laboratorio@laboratorio.com WWW: [WWW: www.laboratorio.com](http://www.laboratorio.com) TELEF: 074-483884

CELESTRE GONZ. N° 80000000

LABORATORIO BESCORPE

LÍMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TI : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

UBICACIÓN : PROVINCIA FERROÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

DESIGNACIÓN : Ceniza de cáscara de Café 5%

CALCATA : C-1

PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.

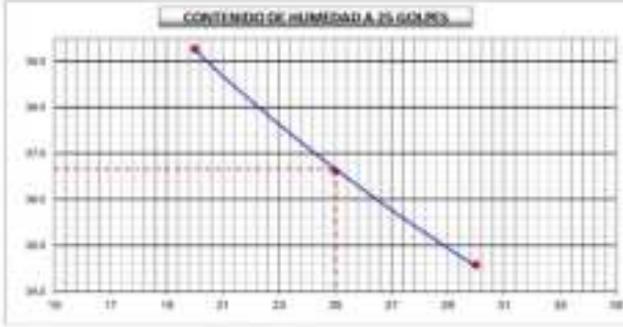
FECHA : 28 JUNIO DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Torno		15	17	19	
Peso de Torno + Suelo Humedo	g	52.15	48.21	54.48	
Peso de Torno + Suelo Seco	g	42.34	38.39	44.21	
Peso de Torno	g	14.82	14.08	14.57	
Peso de Agua	g	10.81	8.23	10.25	
Peso del Suelo Seco	g	27.52	22.20	29.64	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	39.27	36.61	34.58	36.7
Numero de Golpes		25	25	25	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Torno		15	20	
Peso de Torno + Suelo Humedo	g	41.46	40.58	
Peso de Torno + Suelo seco	g	37.78	33.86	
Peso de Torno	g	12.21	10.57	
Peso de Agua	g	4.88	4.75	
Peso de Suelo seco	g	25.57	23.29	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	22.25	22.27	22.2



Caracteres Físicos de la Muestra	
Límite Líquido	36.7
Límite Plástico	22.2
Índice de Plasticidad	14.5
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	







SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZALEZ N° 483 - PUEBLO NUEVO - FERROÑAFE
 RENDIMIENTO N° 00000 0000/0000 00000000
 EMAIL: britaldogonzalez@outlook.com MPN 2362000077 TELEF. 078-408004
 CATEGORÍA INCC N° 30000333
LABORATORIO REGISTRO

LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO TI: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERROÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCIÓN : Ceniza de cáscara de Café 5%
 CALZADA : C-2
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
 FECHA : 08 JULIO DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Torno		35	37	39	
Peso de Torno + Suelo Humedo	g	33.91	46.43	34.97	
Peso de Torno + Suelo Seco	g	42.34	38.39	44.21	
Peso de Torno	g	14.82	14.08	14.07	
Peso de Agua	g	19.07	9.15	19.49	
Peso del Suelo Seco	g	27.53	22.20	29.94	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	31.33	39.39	35.29	36.2
Numero de Golpes		25	25	25	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Torno		35	40	
Peso de Torno + Suelo Humedo	g	45.97	46.66	
Peso de Torno + Suelo seco	g	37.76	33.86	
Peso de Torno	g	12.21	10.37	
Peso de Agua	g	4.76	4.82	
Peso de Suelo seco	g	25.27	21.29	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	22.85	22.64	22.8



[Signature]
BRITARD GONZALEZ
 INGENIERO CIVIL
 N° C. 479 2448004



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZALES N° 483 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RENTAS DE TELÉFONO N° 021 2004 7000/7000 0801078
 EMAIL: bgonzalez@geotecnicadecolombia.com MPM 0362/000877 TELEF. 021-2004833
 CREDITO INCEC N° 80080442
LABORATORIO DE ENSAYO

**LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)**

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
 TEMA :
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCIÓN : Ceniza de cáscara de Café 5%
 CALIDAD : C-3
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
 FECHA : 18 JULIO DEL 2023.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tazo	39	37	36		
Peso de Tazo + Suelo Humedo	g	46.83	46.86	46.83	
Peso de Tazo + Suelo Seco	g	36.87	46.15	37.58	
Peso de Tazo	g	13.32	14.56	12.53	
Peso de Agua	g	3.36	3.53	3.36	
Peso del Suelo Seco	g	23.83	25.07	23.21	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	26.41	27.26	28.53	27.3
Pondero de Líquidos		39	37	36	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo	35	30		
Peso de Tazo + Suelo Humedo	g	36.33	36.36	
Peso de Tazo + Suelo seco	g	25.52	24.65	
Peso de Tazo	g	12.28	12.95	
Peso de Agua	g	4.91	5.36	
Peso de Suelo seco	g	21.29	22.09	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	23.04	24.27	23.6



BRITALDO GONZALES
BRITALDO GONZALES
 INGENIERO EN CIVIL
 REG. CIP. 246604



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZALEZ N° 483 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RENDIMIENTO N° 08203 2000/2000 EMPLEADO
 EMAIL: britaldogonzalez@netnet.com MPN 9762/000077 TELEF. 074-438884
 CATEGORÍA N° 00000442
LABORATORIO DE ENSAYO

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)**

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO Y: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
COMPOSICIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 10%
CALCATA : C-1
PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
FECHA : 28 JUNIO DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tazo		31	32	33	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	g	47.39	46.66	46.85	
Peso de Tazo + Suelo Seco	g	38.91	40.20	37.92	
Peso de Tazo	g	13.80	14.60	13.40	
Peso de Agua	g	9.34	9.42	8.81	
Peso del Suelo Seco	g	24.39	25.98	24.07	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	27.92	36.91	36.90	36.9
Pondero de Líquido		39	25	39	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		34	35	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	g	38.97	44.44	
Peso de Tazo + Suelo seco	g	33.90	38.98	
Peso de Tazo	g	12.94	13.07	
Peso de Agua	g	5.07	5.89	
Peso de Suelo seco	g	21.30	23.30	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	23.81	25.41	23.8



Características Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	36.9
Límite Plástico	23.8
Índice de Plasticidad	13.1
Observaciones	
Pasado Tamiz N° 40	



[Handwritten Signature]
 BRITALDO GONZALEZ
 INGENIERO CIVIL
 N.º 001 34894



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZALEZ N° 483 - PUEBLO NUEVO - FERROVIA
 BOULEVARD N° 48333 0000/0000
 EMAIL: britaldogonzalez@gmail.com MPN 9342000077 TELEF. 074-483334
 LABORATORIO REGISTRO

LIMITES DE CONSISTENCIA
 (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO TI: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERROVIA, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 10%
 CALZADA : C-2
 PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
 FECHA : 08 JULIO DEL 2023

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		41	42	43	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	46.99	46.36	46.64	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	36.91	40.23	37.82	
Peso de Tarro	g	13.85	14.00	13.85	
Peso de Agua	g	9.86	9.13	8.81	
Peso del Suelo Seco	g	24.30	25.98	24.07	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	36.80	35.70	36.60	36.7
Numero de Golpes		25	25	25	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		44	45	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	36.83	36.34	
Peso de Tarro + Suelo seco	g	33.86	33.96	
Peso de Tarro	g	12.34	12.57	
Peso de Agua	g	4.83	5.81	
Peso de Suelo seco	g	21.76	22.36	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	22.15	22.86	22.8



[Signature]
 BRITALDO GONZALEZ
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO EN GEOTECNIA



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZÁLEZ N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RENDIMIENTO N° ORDEN 3000/2008 SMO/COMS
 EMAIL: bgo@bgo.com.ve bgo@bgo.com.ve MFP: 036/000077 TELEF: 029-300000
 CATEGORÍA N° 300004.2
 LABORATORIO REGISTRO

LÍMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMSAYEQUE
DISTRIBUCIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 10%
CALCATA : C-3
PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
FECHA : 18 JULIO DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Torno		81	82	83	
Peso de Torno + Suelo Húmedo	g	50.93	54.33	50.34	
Peso de Torno + Suelo Seco	g	41.91	46.89	46.59	
Peso de Torno	g	13.85	14.57	13.05	
Peso de Agua	g	9.04	10.34	9.79	
Peso del Suelo Seco	g	27.35	29.22	28.04	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	32.32	35.39	34.29	35.2
Número de Hojas		20	20	20	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Torno		84	85	
Peso de Torno + Suelo Húmedo	g	46.91	46.10	
Peso de Torno + Suelo seco	g	36.11	37.39	
Peso de Torno	g	16.97	15.39	
Peso de Agua	g	4.70	5.34	
Peso de Suelo seco	g	21.34	22.40	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	21.83	23.70	21.8



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

CA. BRITALDO GONZALEZ N° 482 - PUERTO NUEVO - FERREÑAFE

TEL: 011 24624124 / 24624125 / 24624126

EMAIL: ingenieros@britaldo.com WWW: www.britaldo.com

CODIGO REG. N° 30000114

LABORATORIO REGEMMA

LÍMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO DE : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

DESIGNACIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 15%

CALCATA : C-1

PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.

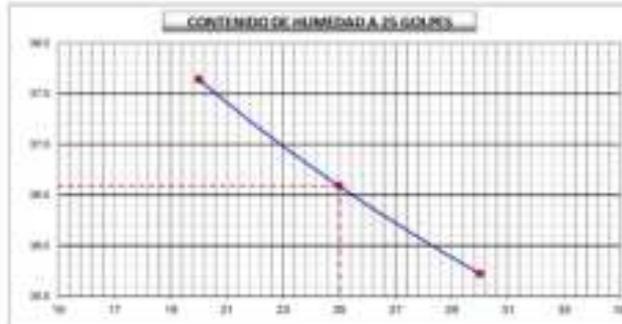
FECHA : 28 JUNIO DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tazo		20	27	30	
Peso de Tazo + Suelo Húmedo	g	44.84	44.91	43.29	
Peso de Tazo + Suelo Seco	g	38.84	38.70	38.89	
Peso de Tazo	g	12.20	13.04	14.01	
Peso de Agua	g	6.80	7.70	7.34	
Peso del Suelo Seco	g	23.80	21.21	22.54	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	27.84	36.30	32.52	36.8
Numero de Golpes		20	25	30	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		20	30	
Peso de Tazo + Suelo Húmedo	g	44.71	41.26	
Peso de Tazo + Suelo seco	g	37.89	36.71	
Peso de Tazo	g	12.30	10.54	
Peso de Agua	g	5.23	5.20	
Peso de Suelo seco	g	25.04	27.07	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	24.90	26.57	24.2



Constantes Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	36.8
Límite Plástico	24.2
Índice de Plasticidad	12.3
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZÁLES N° 483 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RENDIMIENTO N° 08203 2004/2005 IMPORTE
 EMAIL: britaldogonzales@netcom.pe MPN 4762/000077 TELEF. 074-438884
 CATEGORÍA N° 00000442
LABORATORIO DE ENSAYO

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)**

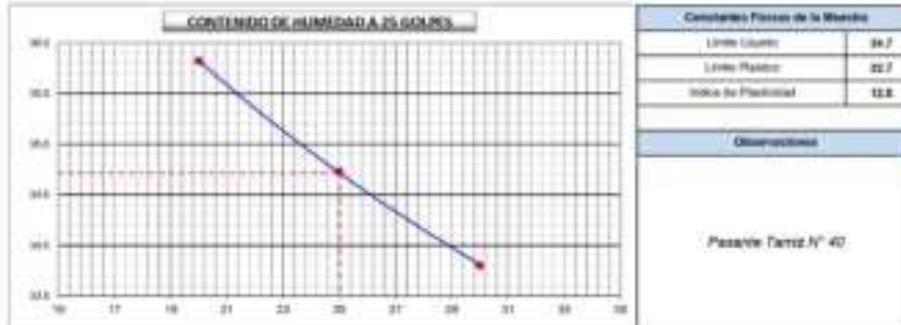
AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO Y: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
CONTRATACIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 15%
CALCATA : C-2
PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
FECHA : 08 JULIO DEL 2023

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tazo		40	51	60	
Peso de Tazo + Suelo Húmedo	g	45.71	47.86	48.87	
Peso de Tazo + Suelo Seco	g	37.30	39.05	38.54	
Peso de Tazo	g	13.80	14.07	13.20	
Peso de Agua	g	8.47	8.51	7.53	
Peso del Suelo Seco	g	23.83	24.51	23.26	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	35.53	34.71	32.80	34.7
Peso de Líquido		39	39	39	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		40	51		
Peso de Tazo + Suelo Húmedo	g	44.43	41.64		
Peso de Tazo + Suelo seco	g	35.87	36.29		
Peso de Tazo	g	15.30	15.06		
Peso de Agua	g	5.30	5.37		
Peso de Suelo seco	g	23.51	23.09		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	22.55	23.27		22.7



(Signature)
 BRITALDO GONZÁLES
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 N° 00000442



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. BRITALDO GONZÁLES N° 483 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RENDIMIENTO N° 08203 2004/2005 IMPORTE
 EMAIL: britaldogonzales@netnet.com MPN 4752/000077 TELEF. 074-438884
 CATEGORÍA N° 00000442
LABORATORIO DE ENSAYO

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
 (MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-89)**

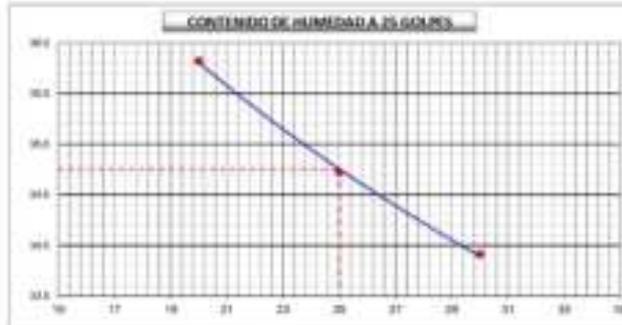
AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO Y: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
CONTRATACIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 15%
CALCATA : C-3
PROFUNDIDAD : 0.10 m. a 1.50 m.
FECHA : 18 JULIO DEL 2023.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° de Tazo		89	91	89	
Peso de Tazo + Suelo Húmedo	g	89.41	86.37	85.40	
Peso de Tazo + Suelo Seco	g	40.88	37.86	42.96	
Peso de Tazo	g	14.80	13.30	14.52	
Peso de Agua	g	4.43	5.31	3.34	
Peso del Suelo Seco	g	26.32	24.51	27.94	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	26.82	34.72	23.91	24.3
Peso de Líquido		39	29	39	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo		89	70	
Peso de Tazo + Suelo Húmedo	g	40.88	37.84	
Peso de Tazo + Suelo seco	g	23.96	22.47	
Peso de Tazo	g	12.07	12.38	
Peso de Agua	g	3.01	4.34	
Peso de Suelo seco	g	21.92	21.19	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	21.47	25.60	21.8



Características Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	24.3
Límite Plástico	21.8
Índice de Plasticidad	2.5
Observaciones	
Pasado Tamiz N° 40	



BRITALDO GONZÁLES
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 MTC. COP. 248874

Anexo 2.5. Propiedades mecánicas de las muestras de suelo M01, M02, M03 con adición de 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de café.

Anexo 2.5.1. Proctor Modificado

Módulo II 1		Densidad Máxima		Densidad Máxima		Densidad Máxima		Densidad Máxima	
Método		A	B	C	g/cm ³				
Método		A	B	C	1.700	1.700	1.700	1.700	1.700

Número de Balanzas		Peso Suelo + Molde		Peso Suelo + Molde + Agua		Peso Molde + Agua		Peso Molde + Agua + Arena	
		A	B	C	A	B	C	A	B
Peso Suelo + Molde		3.492	3.495	3.720	3.870				
Peso Suelo Humedo + Concreto		1.722	1.837	1.837	1.837				
Peso Molde + Agua		1.832	1.836	2.061	2.023				
Peso Suelo Humedo + Tapa		284.20	275.21	281.21	284.20				
Peso de la Tapa		75.30	75.30	75.30	75.30				
Peso del agua		11.8	25.4	25.4	30.2				
Peso del suelo seco		308	195	185	190				
Contenido de agua		% 5.7	% 12.5	% 14.2	% 17.8				
Densidad seca		g/cm ³ 1.734	g/cm ³ 1.766	g/cm ³ 1.694	g/cm ³ 1.716				

Densidad Máxima Seca		Densidad Máxima Seca Compás	
g/cm ³		g/cm ³	
1.694		1.694	
%		%	
14.2		14.2	

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

MIGUEL ÁNGEL PACHECO		MIGUEL ÁNGEL PACHECO
		MIGUEL ÁNGEL PACHECO



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ca. METALDO GONZALEZ N° 183 - PUERTO NUEVO - FERREÑAFE
 RENTELACION N° 051495-3000/0465-19971301
 Email: segemsa@comcel.com.pe RPN 884200007 TELF. 054 406404
 CATEGORÍA TÉCNICA N° 0000000000
LABORATORIO SEGEMSA

RELACION DENSIDAD-HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-118, E-119 / ASTM D-1557, D-998 / AASHTO T-99)

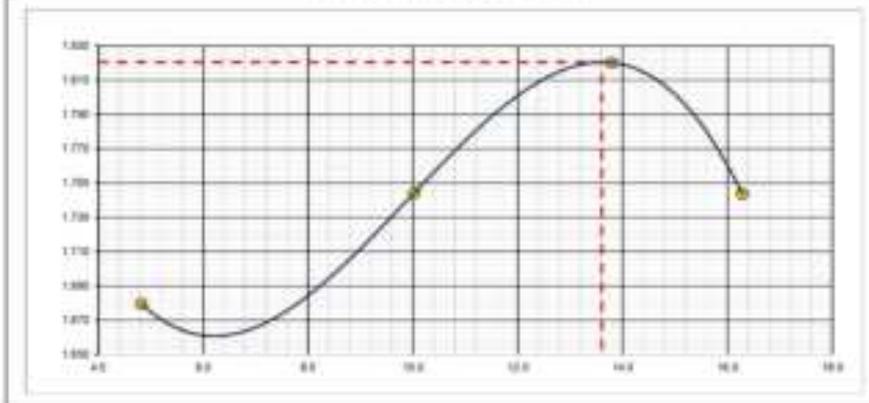
AUTOR: DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO TEMA: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN: PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
ESPECIFICACIÓN: Ceniza de cáscara de Café 5%
CLASIFICACIÓN: C-2
FECHA: 08 JULIO DEL 2023

Muestra N° 1	Densidad Máxima Móvil	g/cm ³	g	Volumen Móvil Peso Sólido	cm ³	g	N° de golpes 1/2 de golpe	g
					1700			25.50g
HUMEDAD DE ENSAYOS								
Peso Sólido + Molde	g	3.423		3.375	3.175	3.674		
Peso Sólido Humedo Compactado	g	3.850		3.894	3.847	3.886		
Peso Molde + Agua Humedo	g	1.581		1.976	2.077	2.029		
Mostrador Humedo								
Peso Sólido Humedo + Tara	g	30.45		31.58	30.58	31.54		
Peso Sólido Seco + Tara	g	29.27		29.20	28.98	29.23		
Peso de la Tara	g	75.95		74.57	75.78	74.36		
Peso del agua	g	10.4		23.5	25.7	33.8		
Peso del suelo seco	g	207		224	188	204		
Contenido de agua	%	4.8		10.9	13.8	16.3		
Densidad Seca	g/cm ³	1.820		1.744	1.820	1.744		

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.820	g/cm ³	Humedad óptima	13.8	%
Densidad Máxima Seca Compensa		g/cm ³	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA







MIGUEL ANGEL RUIZ PERALTA
 ANALISTA CIVIL
 (MTC) N° 0000000000

SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

CA. INSTALDO CONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 MONEDA DE DINA Nº 1001000 - 10000/11000-11000-11000
 Email: instaladoconzales@outlook.com APP: 884400000 TEL: 074-488484

ESTACION 1100 Nº 101 - MONEDA S.P.
LABORATORIO - SECONDA

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-1556 / AASHTO T-99)

ACTOR: DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

UBICACIÓN: PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

ESPECIFICACIÓN: Ceniza de cáscara de Café 5%

CALKATA: C-3

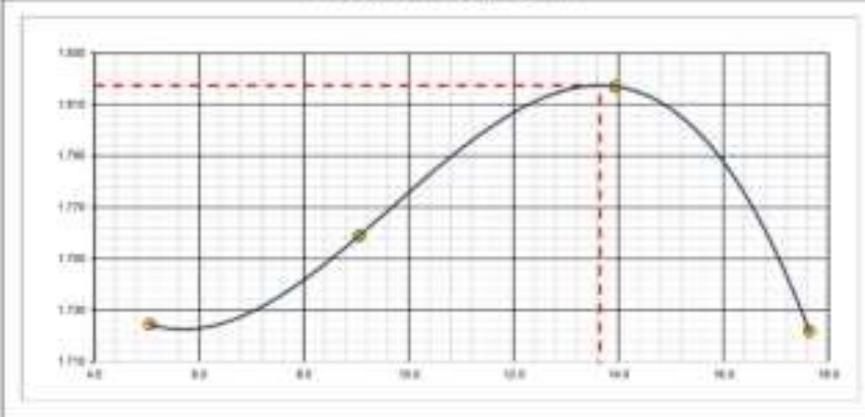
FECHA: 18 JULIO DEL 2023

Módulo N° 1	Cilindros Muestra			Volumen Muestra	Peso	Vol.	W ₁ de agua	W
	A	B	C					
NOMBRES DE ENSAYOS								
Peso Suelo + Molde	gr			3,473	3,373	3,116		3,292
Peso Suelo Humedo Compactado	gr			1,703	1,803	1,848		1,804
Peso Molde + Suelo Humedo	gr			1,812	1,916	2,075		2,008
Molde + Humedo								
Peso Suelo Humedo + Tara	gr			339.85	315.30	321.40		339.89
Peso Suelo Seco + Tara	gr			285.34	285.15	289.72		273.26
Peso de la Tara	gr			71.03	15.26	15.32		71.36
Peso del agua	gr			11.3	25.4	30.7		25.4
Peso del suelo seco	gr			224	225	225		291
Contenido de agua	%			5.1	9.3	13.8		17.8
Densidad Seca	gr/cm ³			1.225	1.756	1.807		1.722

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.812	gr/cm ³	Humedad óptima	13.8	%
Densidad Máxima Seca Compakta		gr/cm ³	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 Nº 101. 000000



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**

CA. RAYALDO CONTRALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RUC 2030191294 - DISTRITO 01000/0100 - INDECI 12401
 Email: rayaldoc@geotecnia.com - MFP 444709627 TEL: 054-456484
 Calle: 4700 P 04 - PUEBLO NUEVO
LABORATORIO GEOTECNIA

RELACION DENSIDAD-HUMEDAD (PROCTOR)
(BTC E-115 E 116 / ASTM D-1557, D-991 / AASHTO T-99)

CLIENTE: DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

UBICACIÓN: PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

ESPECIFICACIÓN: Ceniza de Cáscara de Café 10%

CALCATA: C-1

FECHA: 28 JUNIO DEL 2023

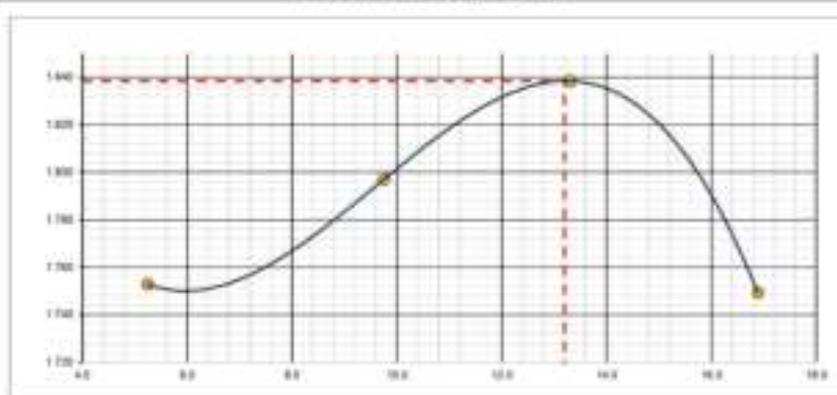
Módulo #	Densidad Máxima	g	cm ³	Volumen Muestra	cm ³	g	Nº de golpes	S
Muestra	A	B	C	Peso Muestra	1700	g	17 de golpes	20.0%

NUMERO DE BALANZAS								
		g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g
Peso Suelo + Molde	g	3.020	3.020	3.128	3.090			
Peso Suelo Humedo Compactado	g	3.124	3.094	3.888	3.822			
Peso Molde + Suelo Humedo	g	3.885	3.872	2.083	2.045			
Respecto Humedo	g	-	-	-	-			
Peso Suelo Humedo + Tara	g	297.60	297.50	305.60	304.50			
Peso Suelo Seco + Tara	g	278.00	277.68	275.90	289.90			
Peso de la Tara	g	51.60	51.82	30.70	36.60			
Peso del agua	g	11.8	18.8	29.4	85.5			
Peso del suelo seco	g	225	265	217	219			
Contenido de agua	%	5.2	6.8	15.3	18.8			
Densidad Secca	g/cm ³	1.558	1.797	1.638	1.748			

RESULTADOS

Densidad Máxima Secca	1.838	(g/cm ³)	Humedad óptima	15.2	%
Densidad Máxima Secca Corrección		(g/cm ³)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA




 RAFAEL RIVERA
 GERENTE GENERAL
 S.R.L. - S. R. L.



**SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO
Y ENSAYO DE MATERIALES**
 Ca. METALDO CONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RUCM 202061870518 - DISEÑO - 20098/01045 - INDI-110141
 Email: segoemalab@segoma.com RPN 844709627 TEL: 074 406489

LABORATORIO SEGOEMA

RELACION DENSIDAD-HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-118, E-119 / ASTM D-1557, D-698 - ABRITO T-99)

AUTOR	DE LA CRUZ PAIDO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO/TEMA	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACION	PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
IDENTIFICACION	Ceniza de Cáscara de Café 10%
CALKATA	C-2
FECHA	08 JULIO DEL 2023

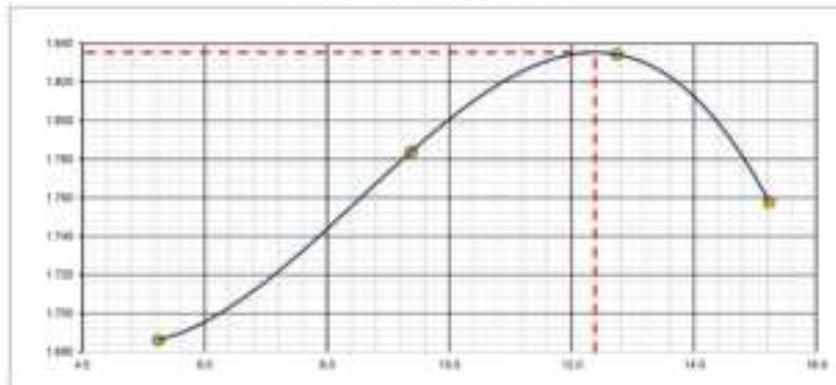
Módelo N° 1	Densidad Máxima	W _p	W _L	W _u	W _o	W _o de campo	U
Método	A	B	C	Peso Módelo	g/m ³	g/100g	g/100g
				1700			20.10%

NOMBRE DE ENSAYOS	W _p	W _L	W _u	W _o	U
Peso Suelo + Moldes	-	1.428	1.490	1.110	1.310
Peso Suelo Humedo Compactado	9	1.498	1.434	1.344	1.354
Peso Máximos Humedo	9	1.774	1.551	2.008	3.008
Mostrando Humedo	-	-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tare	9	311.89	307.03	316.34	321.57
Peso Suelo Seco + Tare	9	354.53	315.34	337.21	384.58
Peso de la Tara	9	32.54	32.32	32.57	32.57
Peso del agua	9	15.1	24.3	29.1	55.9
Peso del suelo seco	9	245	259	229	230
Contenido de agua	%	6.2	9.4	12.7	15.2
Densidad Seca	g/cm ³	1.588	1.594	1.634	1.736

RESULTADOS

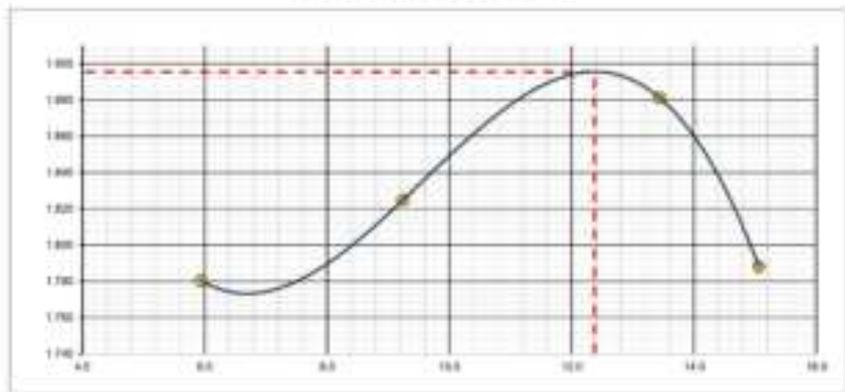
Densidad Máxima Seca	1.632	(g/cm ³)	Humedad óptima	12.4	%
Densidad Máxima Seca Compactada		(g/cm ³)	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



[Signature]
 MSc. JUAN CARLOS
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 JULIO DEL 2023

Método N° 1		Densidad Máxima Módulo	a	b	c	Volumen Móvil	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	N° de golpes	g
		Módulo	a	b	c	Peso Móvil	1700	g	17 de golpes	20.0g		
SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES												
Ca. METALDO GONZALEZ N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE												
RUTA NACIONAL N° 108 - CANTÓN - 20000 / 2000 - INDIENAS												
EMAIL: ingenieros@geotecnia.com - RPN 444200007 TELEF. 054 406400												
CORREO: 01072 N° 1000000000												
LABORATORIO SEGEMMA												
RELACION DENSIDAD-HUMEDAD (PROCTOR)												
(BTC 8-116, 8-119 / ASTM D-1557, D-998 / AASHTO T-99)												
AUTOR	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO											
PROYECTO TEMA	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".											
UBICACIÓN	PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE											
ESPECIFICACIÓN	Ceniza de Cáscara de Café 10%											
CALKATA	C-3											
FECHA	18 JULIO DEL 2023											
HUMEDAD DE ENSAYOS												
Peso Suelo + Molde	g	3,493	3,072	3,142	3,170							
Peso Suelo Humedo Compactado	g	3,080	3,044	3,078	3,007							
Peso Molde + Suelo Humedo	g	1,903	1,982	2,100	2,087							
Molde + Humos												
Peso Suelo Humedo + Tara	g	341.60	362.26	337.91	339.63							
Peso Suelo Seco + Tara	g	329.23	338.37	334.94	338.39							
Peso de la Tara	g	12.37	23.89	32.97	1.24							
Peso del agua	g	11.7	25.3	32.9	30.8							
Peso del suelo seco	g	288	288	284	235							
Contenido de agua	%	4.4	8.8	15.8	12.7							
Densidad Seca	g/cm ³	1.727	1.790	1.851	1.784							
RESULTADOS												
Densidad Máxima Seca	1.891	g/cm ³	Humedad óptima	13.4	%							
Densidad Máxima Seca Corregida		g/cm ³	Humedad óptima		%							
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA												

		SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES Ca. METALDO CONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE RUCMI N° 2010100130000 / OMS - 190113101 Email: segoemalab@segoma.com / N° 447409607 TEL: 074 406400 CANTONAL 2012 001 0000000 0 0 LABORATORIO SEGOEMA					
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) (MTC E-118, E-119 / ASTM D-1557, D-991 - ABRITO T-88)							
AUTOR	DE LA CRUZ PAIDO LORENZO VICTOR DOMINGO						
PROYECTO/TEMA	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".						
UBICACION	PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE						
ESPECIFICACION	Ceniza de Cáscara de Café 15%						
CLASIFICACION	C-1						
FECHA	28 JUNIO DEL 2023						
Módulo N° 1	Densidad Máxima	g/cm ³	g	Volumen Máximo	cm ³	N° de golpes	g
	Móvil	A	B	C	1700	17	20.00g
NUMERO DE ENSAYOS							
Peso Suelo + Molde	g	1.071	0.992	0.774	0.702		
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1.173	1.074	2.008	1.034		
Peso Molde + Suelo Humedo	g	1.000	1.000	1.134	1.007		
Molde + Molde							
Peso Suelo Humedo + Tare	g	100.00	100.00	101.50	100.00		
Peso Suelo Seco + Tare	g	95.00	95.10	100.00	95.00		
Peso de la Tare	g	47.34	46.50	46.57	47.20		
Peso del agua	g	10.0	10.7	14.7	10.0		
Peso del suelo seco	g	200	207	200	200		
Contenido de agua	%	5.0	5.2	10.0	10.1		
Densidad Seca	g/cm ³	1.380	1.020	1.000	1.190		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca	1.000	g/cm ³		Humedad óptima	12.4	%	
Densidad Máxima Seca Compacta		g/cm ³		Humedad óptima		%	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							
							
							



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ca. METALDO CONZALES N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RUCM 201204 N° 000108 - 0000/0000 - 0000000000
 Email: seminas@seminas.com N° 984700007 TEL: 054 400400

CONSTITUYENTE DEL INSTITUTO S.D.
LABORATORIO SEDENMA

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-116, E-118 / ASTM D-1557, D-991 - AASHTO T-99)

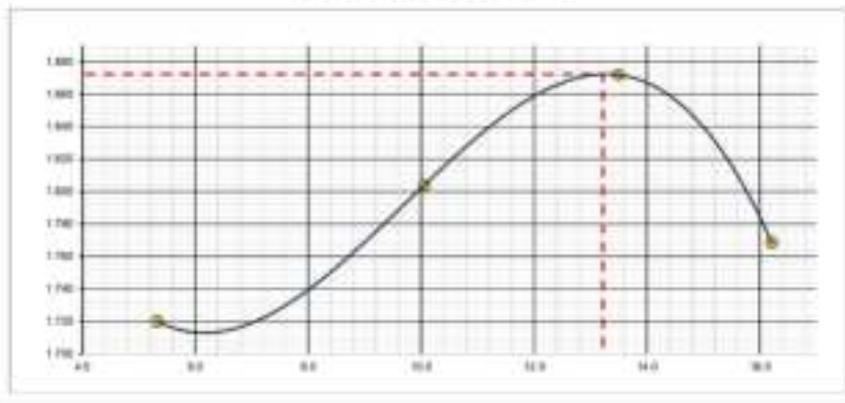
AUTOR	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO				
PROYECTO TEMA	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".				
UBICACION	PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE				
ESPECIFICACION	Ceniza de Cáscara de Café 15%				
CLASIFICACION	C-2				
FECHA	08 JULIO DEL 2023				

Módulo N° 1	Densidad Máxima	g/cm ³	g	Volumen Máximo	cm ³	g/cm ³	N° de compactaciones	g
Medida	A	B	C	Peso Máximo	1700	g	17 de golpeo	20.00
NÚMERO DE ENSAYOS								
Peso Suelo + Molde	g	1,477	0,076	3,700	3,700			
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,703	1,868	1,867	1,937			
Peso Máximo del Suelo	g	1,872	1,884	2,128	2,000			
Molde (Humedo)								
Peso Suelo Humedo + Talo	g	209,80	241,20	224,20	229,80			
Peso Suelo Seco + Talo	g	206,30	214,57	202,58	204,50			
Peso de la Tara	g	50,38	46,05	51,74	47,90			
Peso del agua	g	15,1	26,5	35,9	36,7			
Peso del suelo seco	g	246	285	249	242			
Contenido de agua	%	5,9	10,1	15,3	15,3			
Densidad Seca	g/cm ³	1,728	1,884	1,872	1,788			

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1,872	g/cm ³	Humedad óptima	10,2	%
Densidad Máxima Seca Compresa		g/cm ³	Humedad óptima		%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA









SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ca. METALDO GONZALEZ N° 183 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 RENTELACION N° 051495-3000/0465-19971301
 Email: segemsa@comcel.com.pe RPN 844200027 TELEF. 051 466404
 CONTACTO DIRECTO N° 051 466404
LABORATORIO SEGEMSA

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-998 / AASHTO T-99)

AUTOR: DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

UBICACIÓN: PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

DESIGNACIÓN: Ceniza de Cáscara de Café 15%

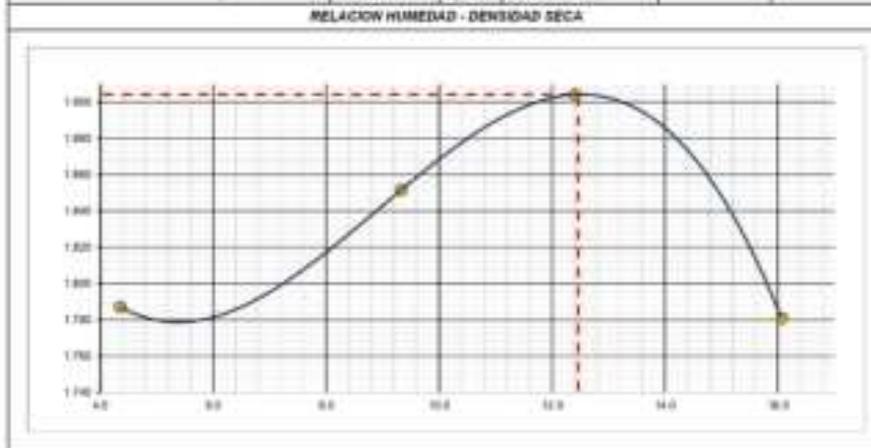
CLASIFICACIÓN: C-3

FECHA: 18 JULIO DEL 2023

Muestra N° 1	Densidad Máxima Móvil	g/cm ³	g	Volumen Móvil Peso Sólido	cm ³	g	W _o de campo % de agua	g
					1700			25.5%
HUMEDAD DE ENSAYO								
Peso Sólido + Molde		g	3.071	3.071	3.735	3.711		
Peso Sólido Humedo Compactado		g	3.713	3.903	3.012	3.943		
Peso Molde + Molde Humedo		g	1.880	2.024	3.148	3.267		
Mostrador Humedo			-	-	-	-		
Peso Sólido Humedo + Tara		g	347.33	338.85	282.21	249.72		
Peso Sólido Seco + Tara		g	325.23	313.24	278.57	257.25		
Peso de la Tara		g	52.54	52.59	41.14	49.12		
Peso del agua		g	12.5	24.4	35.8	41.5		
Peso del suelo seco		g	283	262	271	258		
Contenido de agua		%	4.3	8.3	12.9	16.1		
Densidad Seca		g/cm ³	1.767	1.852	1.904	1.781		

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.904	g/cm ³	Humedad óptima	12.9	%
Densidad Máxima Seca Compensa		g/cm ³	Humedad óptima		%







Anexo 2.5.2. California Bearing Ratio (CBR)

SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES															
<small> P.O. BOX 10000 LIMA 10 - PERÚ AV. ALMIRANTE MIRAFLORES 1000 - LIMA TEL: 011 47600000 FAX: 011 47600001 WWW.SERVIEXPLORACION.COM </small>															
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR															
(MTC 8-132 ANEXO D-186 ANEXO T-155)															
AUTOR : DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO". UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE DESCRIPCIÓN : Cerveza de cáscara de Café 5% CALIDAD : C-1 FECHA : 28 JUNIO DEL 2023															
CALCULO DEL CBR															
Área M ²	4		5		6										
Capas M	5		5		5										
Capas por capa M	20		25		30										
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO									
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	3000	3170	3000	3170	3000	3170									
Peso de molde (g)	1700	1700	1700	1700	1700	1700									
Peso del suelo húmedo (g)	1300	1470	1300	1470	1300	1470									
Volumen del molde (m ³)	2000	2000	2000	2000	2000	2000									
Densidad húmeda (g/cm ³)	0.65	0.735	0.65	0.735	0.65	0.735									
Tasa (g)															
Peso agua (húmedo + seco) (g)	200	200	200	200	200	200									
Peso agua seco (seco) (g)	180	180	180	180	180	180									
Peso de seco (g)	120	120	120	120	120	120									
Peso de agua (g)	80	80	80	80	80	80									
Peso de agua seco (g)	150	150	150	150	150	150									
Contenido de humedad (%)	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67									
Densidad seca (g/cm ³)	0.325	0.3675	0.325	0.3675	0.325	0.3675									
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
29/06/23	09:30:00 a.m	5	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000				
29/06/23	09:30:00 a.m	24	11	0.276	0.863	10	0.250	0.769	11	0.276	0.863				
30/06/23	09:30:00 a.m	48	22	0.552	1.726	24	0.500	1.558	22	0.552	1.726				
01/07/23	09:30:00 a.m	72	26	0.828	2.590	34	0.300	0.938	27	0.828	2.590				
02/07/23	09:30:00 a.m	96	42	1.304	4.080	46	1.100	3.438	42	1.304	4.080				
PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLEDE P		M-30		MOLEDE P		M-30		MOLEDE P		M-30	
mm	psf	kg/cm ²	CARGA	MOLEDE P	M-30	CORRECCION	CARGA	MOLEDE P	M-30	CORRECCION	CARGA	MOLEDE P	M-30	CORRECCION	
0.100	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.250	0.200		10.0	0.4			10.0	0.4			10.0	0.4			
0.500	0.400		20.0	0.8			20.0	0.8			20.0	0.8			
1.000	0.800		40.0	1.6			40.0	1.6			40.0	1.6			
2.500	2.000	75.00	100.0	3.2	5	7.5	100.0	3.2	6	15.0	100.0	3.2	1.7	24	
5.000	4.000		200.0	6.4			200.0	6.4			200.0	6.4			
10.000	8.000	150.00	400.0	12.8	10	24.0	400.0	12.8	9	30.0	400.0	12.8	3.4	53	
20.000	16.000		800.0	25.6			800.0	25.6			800.0	25.6			
40.000	32.000		1600.0	51.2			1600.0	51.2			1600.0	51.2			



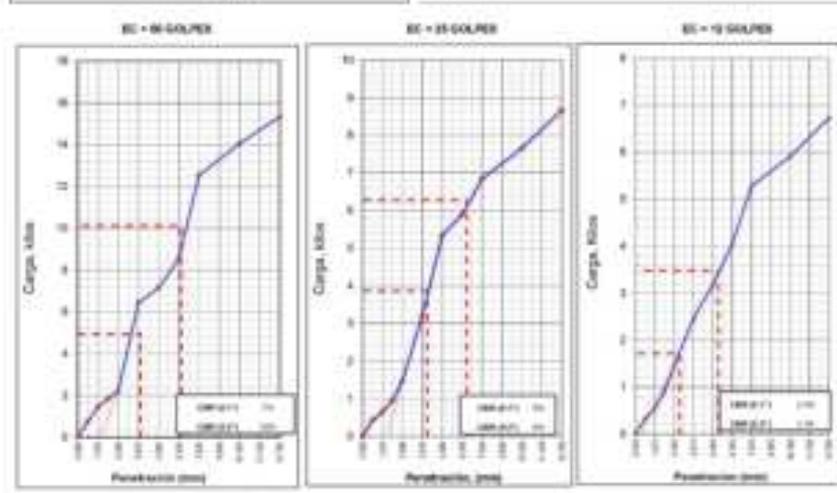
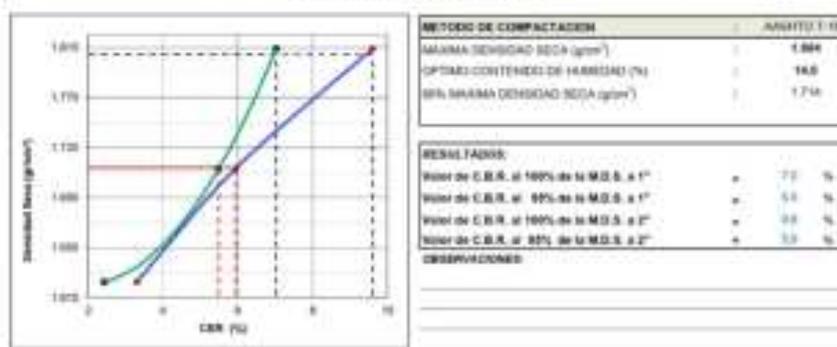
INGENIERO AUTORIZADO
 INGENIERO GEOTECNICO
 MTC, 1000, 000000

SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. SERVICIOS GEOTÉCNICOS Nº 101 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO Nº 001003-2004/DRE-INDUCOMI
 E-mail: serviciosgeotecnicos@boltonet.com RPN 494700027 TELEF. 074-994444
 CENTRO ORO Nº 0000413
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR
 (MTC 8-102 / ASTM 5-193 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 COMPACTACIÓN : Carga de cáscara de Café 5%
 CAUCATA : C-1
 FECHA : 28 JUNIO DEL 2003

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



[Handwritten signature]
 SERVICIOS GEOTÉCNICOS Nº 101
 PUEBLO NUEVO, FERREÑAFE
 LAMBAYEQUE, PERÚ

SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 P.O. BOX 100000 LAMBAYEQUE N° 100 - PUNTA BLANCA - PERU
 INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA (2000/2004) INGENIERIA DE MATERIALES (2004/2007) INGENIERIA DE VIALS (2007/2010) INGENIERIA DE VIALS (2010/2013) INGENIERIA DE VIALS (2013/2016) INGENIERIA DE VIALS (2016/2019) INGENIERIA DE VIALS (2019/2022)
 LABORATORIO REGIONAL

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC 6-132 | ANEXO-188 | ANEXO 7-128)

AVTOR : DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
 UBICACION : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCION : CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ 5%
 CALIDAD : C-3
 FECHA : 08 JULIO DEL 2023

CALCULO DEL CBR

ESPEZOR (cm)	4	5	6
ESPEZOR DE LA MUESTRA	5	5	5
ESPEZOR DE LA MUESTRA (cm)	5	5	5
CONDICION DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	3023	2741	2275
Peso de molde (g)	2199.2	2191.2	1732.0
Peso de suelo húmedo (g)	823.8	549.8	543.0
Volumen del molde (cm ³)	200.0	200.0	200.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	4.119	2.749	2.715
Tar (w)			
Peso agua (g) + molde (g)	280.4	267.4	271.4
Peso agua (g) + molde (g)	228.4	226.2	228.2
Peso de agua (g)	52.0	41.2	43.2
Peso de agua (g)	33.6	32.2	32.2
Peso de agua (g)	18.4	19.0	16.0
Contenido de humedad (%)	13.0	13.7	13.0
Densidad seca (g/cm ³)	4.021	2.728	2.641

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/07/23	08:22:00 a.m.	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
08/07/23	08:23:00 a.m.	24	11	0.276	0.045	0	0.254	0.021	11	0.276	0.045
08/07/23	08:23:00 a.m.	48	32	0.364	0.058	24	0.610	0.100	27	0.680	0.080
11/07/23	08:22:00 a.m.	72	36	0.374	0.059	36	0.900	0.040	37	0.940	0.017
12/07/23	08:22:00 a.m.	96	43	1.000	0.000	46	1.168	1.016	40	1.164	0.004

PENETRACION

PENETRACION	LARGA	MOLDE M ³	M-30			M-40			M-50			
			ESTADO	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	mm	kg	kg	N ₆₀	%	kg	N ₆₀	%	kg	N ₆₀	%	
0	0	0	0	0		0	0		0	0		
3.000	3.000		10.0	0.7		10.7	0.8		0.0	0.0		
4.200	3.200		20.7	1.4		19.0	0.8		12.1	0.6		
1.800	3.075		37.0	1.8		20.5	1.0		18.0	0.8		
2.340	3.100	TR-20	40.0	2.2	8	7.3	20.5	1.0	4	8.2	20.0	1.0
3.000	3.100		100.0	5.0		100.0	5.0		100.0	5.0		
3.000	3.200	TR-20	140.0	7.0	18	8.7	133.0	5.8	8	7.0	107.0	5.0
3.000	3.300		180.0	9.0		180.0	9.0		182.0	9.2		
7.000	3.300		340.0	17.0		330.0	16.5		330.0	16.5		
10.000	3.400		370.0	18.5		380.0	19.0		371.0	18.5		
10.000	3.500		380.0	19.0		380.0	19.0		370.0	18.5		



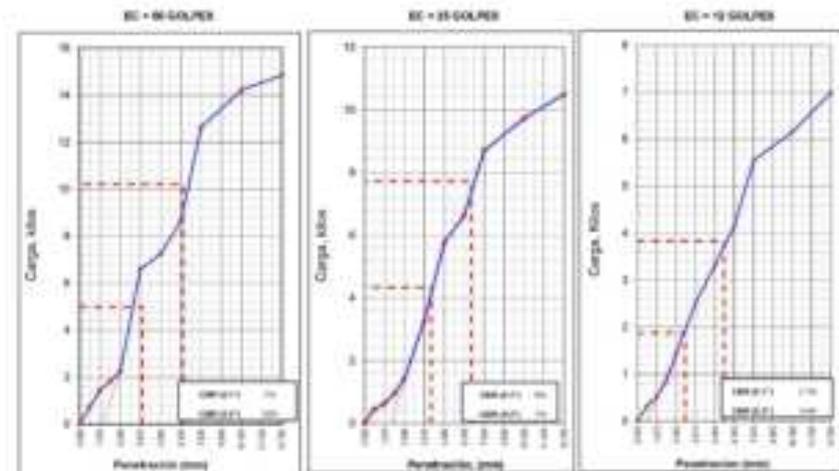
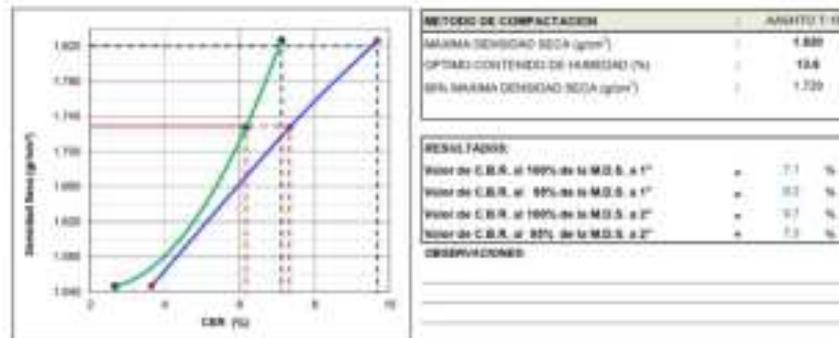
INGENIERO MATERIALES
 INGENIERIA CIVIL
 PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO

SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.A. SERVICIOS GEOTÉCNICOS Nº 101 - PUEBLO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO Nº 001003-2004/DRE-INDUCOM
 E-mail: serviciosgeotecnicos@telefonos.com RPP 494700627 TELEF. 074-898484
 CARRERA OCHO Nº 80000418
 LABORATORIO GEOTÉCNICO

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR
 (MTC 8-102 / ASTM 5-182 / AASTHO T-192)**

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 COMPACTACIÓN : Carga de cáscara de Café 5%
 CAUCATA : C-2
 FECHA : DE JULIO DEL 2023

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR



ING. JORGE RUIZ PARRAS
 HABILITADO EN
 SUELO, C.A. 0400034



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

EN: BRITÁNICO DEPARTAMENTO Nº 1001 - PUERTO BAYAS - FERREÑEQUE
 INGENIERÍA CIVIL Nº 1001001 - PUERTO BAYAS - FERREÑEQUE
 C/AV. SANCARLOS Nº 1001 - PUERTO BAYAS - FERREÑEQUE
 TELEFONO: 051 944 444444
 CORREO: info@laboratorio.com.pe
 LABORATORIO SUCESOR

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC 6-132 | ASTM D-1585 | ANEXO T-100)

AVISO : DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
 UBICACION : PROVINCIA FERREÑEQUE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCION : CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ 5%
 CALIDAD : C-3
 FECHA : 18 JULIO DEL 2023

CALCULO DEL CBR

	4	5	6
MOLE M	4	5	6
MOLE M	5	5	5
MOLE M	54	25	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	300.0	271.0	282.0
Peso de molde (g)	479.0	479.0	479.0
Peso de agua (g)	309.0	309.0	309.0
Volumen del molde (cm³)	300.0	300.0	300.0
Densidad húmeda (g/cm³)	1.030	0.903	0.940
Tan (4%)			
Peso agua (g)	309.0	309.0	309.0
Peso agua seco (g)	289.0	289.0	289.0
Peso de molde (g)	479.0	479.0	479.0
Peso de agua (g)	40.0	20.0	20.0
Peso de agua seco (g)	269.0	269.0	269.0
Contenido de humedad (%)	14.9	7.4	7.4
Densidad seca (g/cm³)	1.021	0.903	0.940

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/07/23	08:41:00 a.m.	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
18/07/23	08:41:00 a.m.	24	0	0.294	0.291	0	0.220	0.189	0	0.294	0.291
20/07/23	08:41:00 a.m.	48	20	0.530	0.562	24	0.610	0.550	20	0.630	0.592
21/07/23	08:41:00 a.m.	72	20	0.580	0.620	20	0.660	0.661	20	0.660	0.617
22/07/23	08:41:00 a.m.	96	30	1.138	1.276	40	1.162	0.884	40	1.168	1.210

PENETRACION

PENETRACION	CARGA	MOLDE M	M-30			M-40			M-50			
			ESTADO	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
mm	kg	kg	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%		
0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0.030	0.000	10.0	0.7		10.0	0.8		0.0	0.0			
0.200	0.000	20.0	1.4		12.0	0.8		12.0	0.8			
1.000	0.075	37.5	1.8		27.0	1.8		18.0	0.8			
2.500	0.150	75.0	3.1	0	7.0	3.0	4	0.0	20.0	1.4	1.0	0.6
5.000	0.300	150.0	0.7		30.0	0.8		0.0	0.0	0.0	0.0	
10.000	0.600	300.0	7.0	10	0.8	100.0	0.4	0	0.0	0.0	0.0	0.0
20.000	1.200	600.0	0.9		120.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	
30.000	1.800	900.0	12.0		120.0	0.8		10.0	0.4			
40.000	2.400	1200.0	18.0		180.0	1.0		18.0	0.7			
50.000	3.000	1500.0	19.0		190.0	0.8		19.0	0.7			



[Handwritten signature]
 INGENIERO CIVIL
 MTC, SUP. 1001001



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

C.A. SERVICIOS TECNOLÓGICOS N° 1011 - PUNTO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO N° 001003-2004/DRE-INDUCOMI
 E-mail: tecnoservicios@telefonos.com RPP 494700027 TELEF. 074-898484
 CENTRO COMERCIAL PUNTO NUEVO S.A.
LABORATORIO CIENTÍFICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

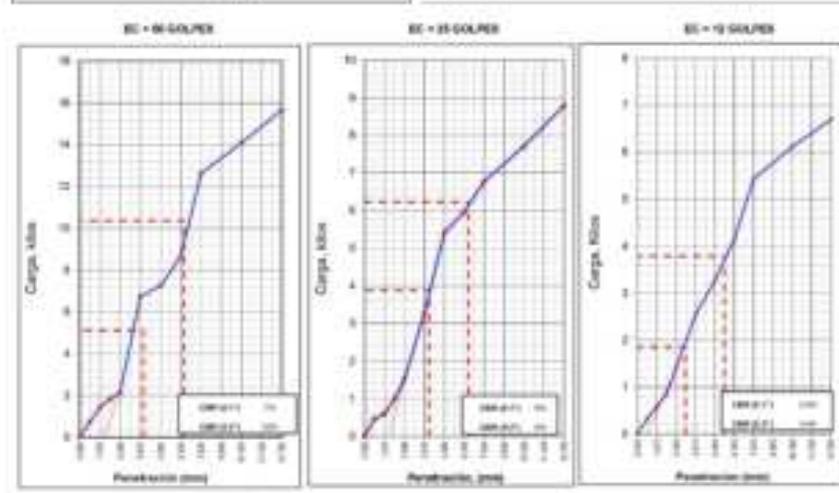
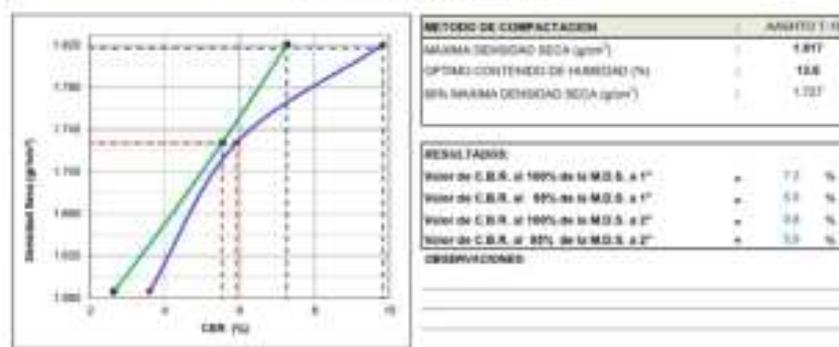
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

COMPACTACIÓN : Carga de cáscara de Café 5%

CAUCATA : C-3

FECHA : 18 JULIO DEL 2023

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR







ING. JORGE RUIZ PARRAS
 SUPERVISOR TÉCNICO
 INGENIERO CIP. 0400034

SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 P.O. BOX 100000, LIMA 100 - PERU
 AV. ALMIRANTE MIRAFLORES 1000 - LIMA 1000 PERU
 TELEFONO: (01) 422 1999 - FAX: (01) 422 1998
 LABORATORIO SIDA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC 6-123 | ANEXO D-180 | ANEXO T-180)

AYUDA : DE LA CRUZ PABLO LOPEZ VICTOR DOMINGO
 PROYECTO-TIPO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
 UBICACION : PROVINCIA FERREÑAFÉ, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCION : CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ 10%
 CALIDAD : C-1
 FECHA : 28 JUNIO DEL 2023

CALCULO DEL CBR

INDICE M	1	2	3	4	5	
CARGA M	5	10	15	20	25	
CARGA POR UNIDAD M	50	100	150	200	250	
CONDICION DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	2023	2023	2023	2023	2023	
Peso de molde (g)	2023	2023	2023	2023	2023	
Peso de suelo húmedo (g)	2023	2023	2023	2023	2023	
Volume del molde (cm ³)	2023	2023	2023	2023	2023	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Tan (%)						
Peso agua (g) + 100 (g)	2023	2023	2023	2023	2023	
Peso agua (g) + 100 (g)	2023	2023	2023	2023	2023	
Peso de agua (g)	2023	2023	2023	2023	2023	
Peso de agua (g)	2023	2023	2023	2023	2023	
Peso de agua (g)	2023	2023	2023	2023	2023	
Contenido de humedad (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Densidad seca (g/cm ³)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/06/23	08:31:00 a.m	5	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/06/23	08:31:00 a.m	24	0	0.152	0.152	7	0.178	0.155	0	0.152	0.152
30/06/23	08:31:00 a.m	48	12	0.208	0.208	16	0.208	0.203	15	0.207	0.208
01/07/23	08:31:00 a.m	72	18	0.227	0.226	20	0.228	0.242	21	0.233	0.246
02/07/23	08:31:00 a.m	96	28	0.271	0.271	27	0.268	0.266	28	0.272	0.281

POSTRACION

PENETRACION	CARGA	MOLDE M	M 31	MOLDE M	M 40	MOLDE M	M 40	CORRECCION		CORRECCION	
								CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
mm	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0.000	0.000										
0.800	0.200										
1.200	0.300										
1.800	0.450										
2.500	0.600	75.00	7	10.0	10.0	0.0	0.0	10.0	1.0	2.4	2.4
3.000	0.750	100.00									
3.800	0.950	125.00	12	11.0	11.0	0.0	0.0	11.0	1.1	4.5	4.5
4.500	1.125	150.00									
5.500	1.375	175.00									
6.800	1.700	215.00									
8.500	2.125	262.50									
10.500	2.625	315.00									
12.800	3.200	380.00									





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

C.A. SERVICIOS GEOTÉCNICOS N° 101 - PUNTO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO N° 80183 - 2004/DRE - INDIPEC
 E-mail: sergic@sergic.com - RPN 49470827 TELEF. 074-898484
 CARRERA ORO N° 8000413
LAMBAYEQUE - PERÚ

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

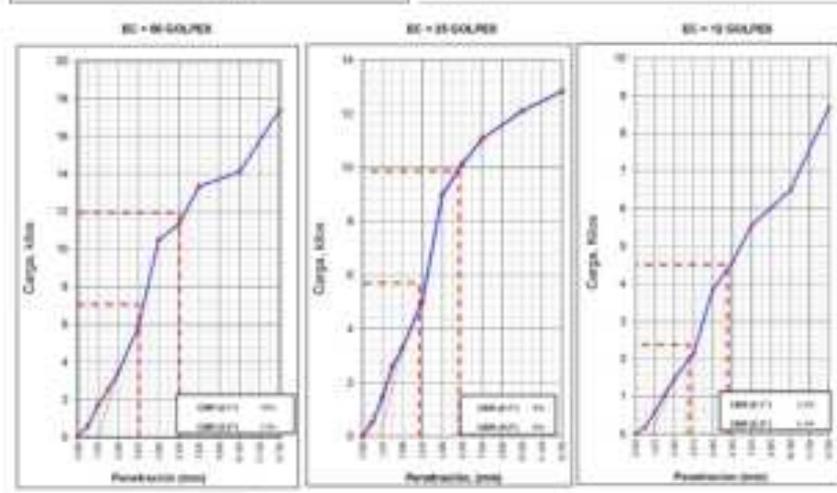
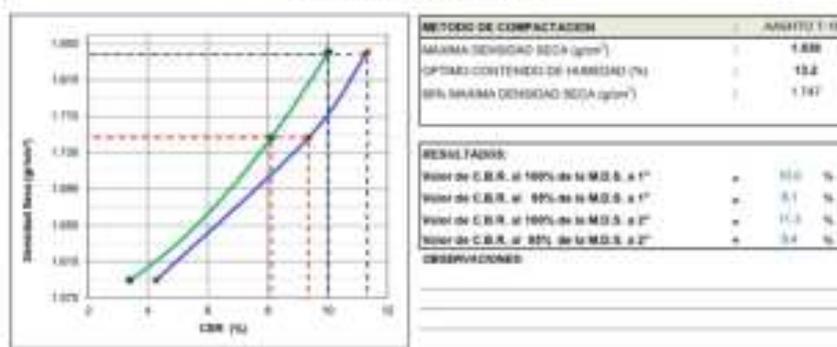
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

COMPAÑÍA : Ceniza de Cáscara de Café 10%

CAUCATA : C-1

FECHA : 28 JUNIO DEL 2003

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR



RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CSR
 2019-0-02 (2019-0-02) (2019-0-02)

OPUS: DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO: *IMPREGNANCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL QUELÓ*
INDICACION: PROVINCIA FERROVIALE, DEPARTAMENTO LAMBRYEQUE
UBICACION: Camino de Cáscara de Café 10%
CALIF. RUT: C-2
FECHA: 06 JULIO DEL 2023

CALCULO DEL CSR

Grado de	7	8	9			
Carga de	8	9	10			
Carga por capa de	16	18	12			
Capacidad de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Sustrato (g)	501	470	500			
Peso de molde (g)	497.0	470.0	492.0			
Peso de suelo compacto (g)	410.0	380.0	380.0			
Volumen de molde (cm ³)	300.0	300.0	300.0			
Densidad compacta (g/cm ³)	1.37	1.27	1.27			
Wp (%)						
Peso suelo compacto + molde (g)	507.0	480.0	507.0			
Peso suelo seco + molde (g)	507.0	480.0	507.0			
Peso de agua (g)	0.0	0.0	0.0			
Peso de suelo seco (g)	407.0	380.0	407.0			
Densidad de sustrato (g)	13.0	13.0	13.0			
Densidad seca (g/cm ³)	1.37	1.27	1.27			

EXPANSION

TEMP.	HUM.	DENS.	SOL.	EXPANSION		SOL.	EXPANSION		SOL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20.0	90.0	1.37	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
20.0	90.0	1.37	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
20.0	90.0	1.37	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
20.0	90.0	1.37	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00
20.0	90.0	1.37	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00

PENETRACION

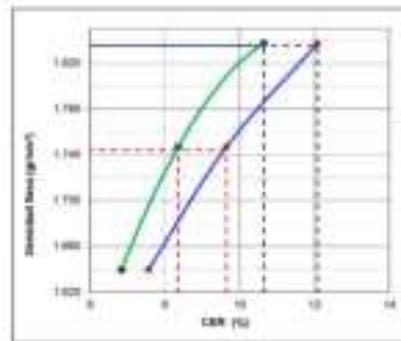
TEMPERATURA	HUMEDAD	DENSIDAD	CARGA		R-UP		R-UP		R-UP		R-UP		R-UP	
			STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION			
			mm	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
20.0	90.0	1.37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	11.0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	30.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	50.0	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	70.0	2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	100.0	3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	150.0	5.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	200.0	8.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	300.0	12.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	400.0	16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	500.0	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	600.0	24.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.0	90.0	1.37	700.0	28.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



	SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES <small>C.A. SERVICIOS GEOTÉCNICOS Nº 101 - PUNTO NUEVO - FERREÑAFE REGISTRO Nº 001003-2004/DRE-INDUCOMI E-mail: serviciosgeotecnicos@telefonos.com RPN 494700627 TELEF. 074-898484 CENTRO ORO Nº 00000433 LABORATORIO CIENTÍFICO</small>
	RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR <small>(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)</small>

AUTOR	DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO
PROYECTO TÍTULO	"INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".
UBICACIÓN	PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
COMPAÑÍA	Ceniza de Cáscara de Café 10%
CAUCATA	C-2
FECHA	DE JULIO DEL 2023

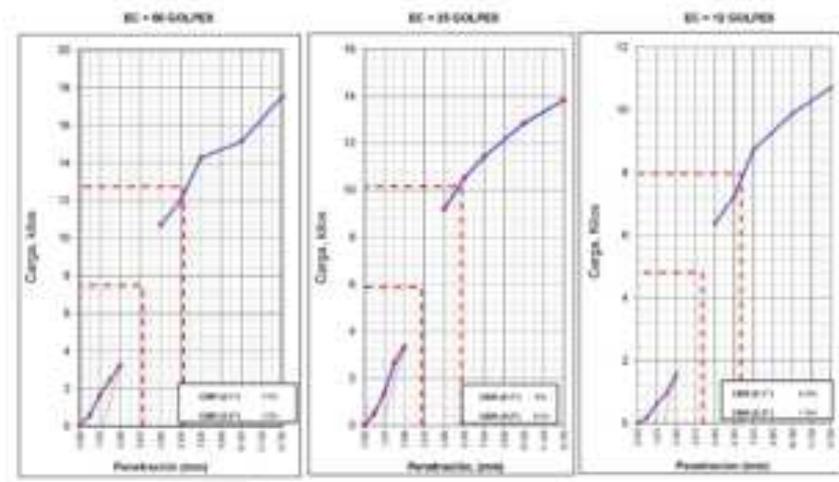
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN		ASTM D 1583
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)		1.825
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.4
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)		1.760

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 1"	= 11.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 1"	= 9.4 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2"	= 12.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2"	= 9.5 %

OBSERVACIONES:




 SERVICIOS GEOTÉCNICOS
 LABORATORIO CIENTÍFICO
 PUNTO NUEVO - FERREÑAFE

SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 P.O. BOX 100000, LAMBAYEQUE, PERÚ
 INGENIERÍA CIVIL Y GEOTÉCNICA
 LABORATORIO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 LABORATORIO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC 6-132 | ASTM D-1585 | ANEXO T-100)

AUTOR : DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO-TIPO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
 UBICACION : PROVINCIA FERREÑEFA, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCION : CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ 10%
 CALIDAD : C-3
 FECHA : 18 JULIO DEL 2023

CALCULO DEL CBR

Muestra N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas por sobre N°	34		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	3000		3000		3000	
Peso de molde (g)	450.0		470.0		450.0	
Peso de suelo húmedo (g)	2550.0		2530.0		2550.0	
Volumen del molde (m³)	200.0		200.0		200.0	
Densidad húmeda (g/cm³)	12.75		12.65		12.75	
Tar (M)						
Peso agua (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso agua seco (g)	300.0		300.0		300.0	
Peso de agua (g)	71.0		71.0		71.0	
Peso de agua (g)	42.0		42.0		42.0	
Peso de agua seco (g)	268.0		268.0		268.0	
Contenido de humedad (%)	11.2		11.0		11.2	
Densidad seca (g/cm³)	13.88		13.81		13.88	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/07/23	08:57:00 a.m.	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
18/07/23	08:57:00 a.m.	24	0	0.204	0.071	7	0.178	0.155	0	0.000	0.177
20/07/23	08:57:00 a.m.	48	11	0.770	0.243	16	0.281	0.201	12	0.588	0.288
21/07/23	08:57:00 a.m.	72	20	0.588	0.442	21	0.523	0.461	19	0.481	0.440
22/07/23	08:57:00 a.m.	96	20	0.488	0.354	28	0.711	0.518	20	0.558	0.382

PENETRACION

PENETRACION	LARGA	MOLDE M	M-57			MOLDE M			M-88			MOLDE M			M-88		
			ESTADO	CARGA	CORRECCION	ESTADO	CARGA	CORRECCION	ESTADO	CARGA	CORRECCION	ESTADO	CARGA	CORRECCION			
mm	mm	kg	kg	Ng	%	kg	Ng	%	kg	Ng	%	kg	Ng	%	kg	Ng	%
0.000	0.000	0	0			0	0					0	0				
3.830	2.000		10.0	0.7		10.7	0.8					9.1	0.8				
4.250	2.000		10.0	0.7		10.0	0.8					10.0	0.8				
1.800	0.075		10.0	0.4		10.0	0.4					10.0	0.4				
2.340	0.100	T-20	17.0	0.4	7	10.0	0.2	0.1	0	0.4	21.0	1.0	0.7	0.9			
3.000	0.100		10.0	0.4		10.0	0.4					10.0	0.4				
0.000	0.200	M-88	100.0	10.7	12	11.0	10.0	0.0	10	0.0	10.0	10.0	4.0	0.4	0.1		
0.000	0.000		100.0	11.0		100.0	10.0					10.0	4.0				
7.000	0.200		107.0	10.7		107.0	11.0					100.0	4.0				
10.000	0.400		100.0	10.0		100.0	10.0					100.0	11.0				
10.000	0.000		100.0	11.0		100.0	11.0					107.0	4.0				





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

C.A. SERVICIOS TECNOLÓGICOS Nº 1011 - PUNTO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO Nº 001003-2004/DRE-INDUCOMI
 E-mail: tecnoservicios@telefonos.com RPE 494700627 TELEF. 074-998484
 CARRERA OCHO Nº 80000418
LABORATORIO CIENTÍFICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

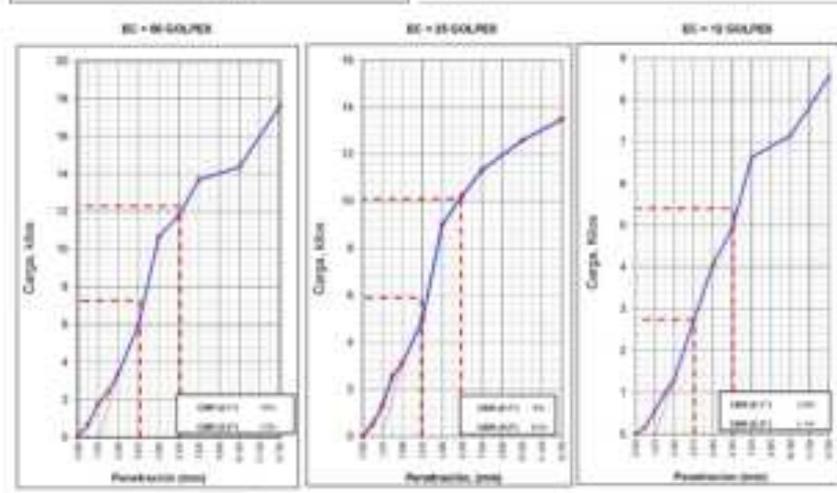
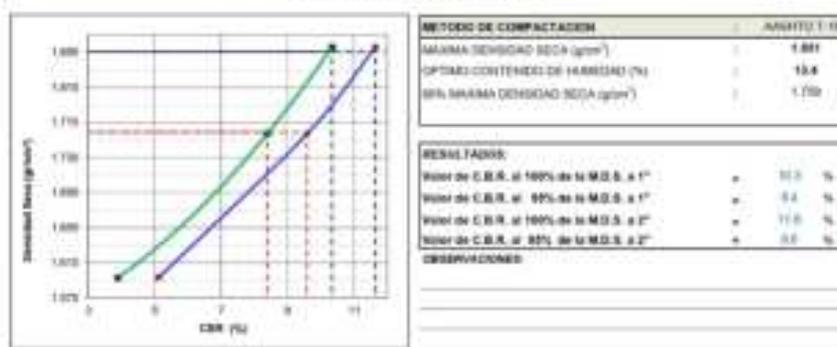
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

COMPAÑÍA : Ceniza de Cáscara de Café 10%

CAUCATA : C-3

FECHA : 18 JULIO DEL 2023

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR



SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTECNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 P.O. BOX 100000, LAMBAYEQUE, PERU
 INGENIERIA CIVIL Y GEOTECNICA
 SERVICIOS GEOTECNICOS Y DE MATERIALES
 LABORATORIO REGIONAL

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
 (MTC 6-132 / ASTM D-1586 / ANTIHO 7-186)

ANTOR : DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
 UBICACION : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCION : CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ 15%
 CALIFORNIA : C-1
 FECHA : 28 JUNIO DEL 2023

CALCULO DEL CBR

ESPEZOR (cm)	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
15	5	5	5	5	5	5
30	54	54	25	25	10	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Peso de molde (g)	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Peso de suelo húmedo (g)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Volumen del molde (cm³)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Densidad húmeda (g/cm³)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tm (°F)						
Peso agua (g) + molde (g)	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Peso agua + molde (g)	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Peso de agua (g)	300	300	300	300	300	300
Peso de suelo (g)	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Peso de agua (g)	300	300	300	300	300	300
Peso de agua (g)	300	300	300	300	300	300
Peso de agua (g)	300	300	300	300	300	300
Contenido de humedad (%)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Densidad seca (g/cm³)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/06/23	08:24:00 a.m.	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/06/23	08:24:00 a.m.	24	7	0.178	0.195	7	0.178	0.195	9	0.152	0.163
30/06/23	08:24:00 a.m.	48	10	0.201	0.221	14	0.258	0.285	16	0.201	0.221
01/07/23	08:24:00 a.m.	72	20	0.288	0.442	20	0.328	0.442	21	0.308	0.442
02/07/23	08:24:00 a.m.	96	20	0.438	0.822	28	0.388	0.874	20	0.638	0.892

PENETRACION

PENETRACION	LARGA	MOLDE M	M-10			MOLDE M			M-11			MOLDE M			M-12		
			ESTADO	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	mm	kg	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
0.000	0.000	0	0		0		0		0		0		0		0		
0.000	0.000	40.7	0.0		40.7	0.0		40.7	0.0		40.7	0.0		40.7	0.0		
0.000	0.000	100.0	0.7		100.0	0.7		100.0	0.7		100.0	0.7		100.0	0.7		
0.000	0.000	100.0	1.2		100.0	1.2		100.0	1.2		100.0	1.2		100.0	1.2		
0.000	0.000	100.0	0.0	10	100.0	0.1	8	115.0	100.0	0.1	4.4	0.2	4.4	0.2			
0.000	0.000	100.0	11.4		100.0	0.2		100.0	0.2		100.0	0.2		100.0	0.2		
0.000	0.000	100.0	18.8	18	100.0	14.2	18	14.2	100.0	7.7	8.1	7.7	8.1	7.7			
0.000	0.000	100.0	20.9		100.0	15.0		100.0	15.0		100.0	15.0		100.0	15.0		
0.000	0.000	100.0	27.0		100.0	17.2		100.0	17.2		100.0	17.2		100.0	17.2		
0.000	0.000	100.0	39.0		100.0	19.1		100.0	19.1		100.0	19.1		100.0	19.1		
0.000	0.000	100.0	50.0		100.0	20.7		100.0	20.7		100.0	20.7		100.0	20.7		





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

C.A. SERVICIOS GEOTÉCNICOS Nº 101 - PUNTO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO Nº 001003-2004/DRE-INDUCOMI
 E-mail: serviciosgeotecnicos@telefonos.com RPN 494700627 TELEF. 074-998484
 CENTRO ORO Nº 00000433
LABORATORIO GEOTÉCNICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

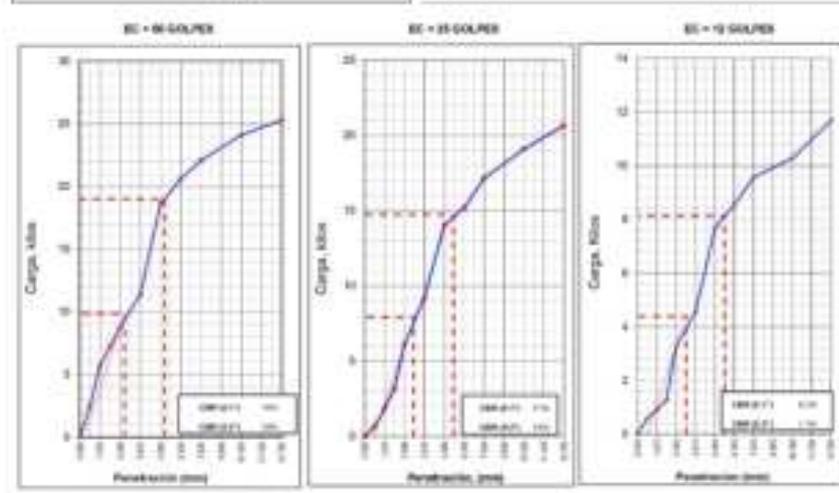
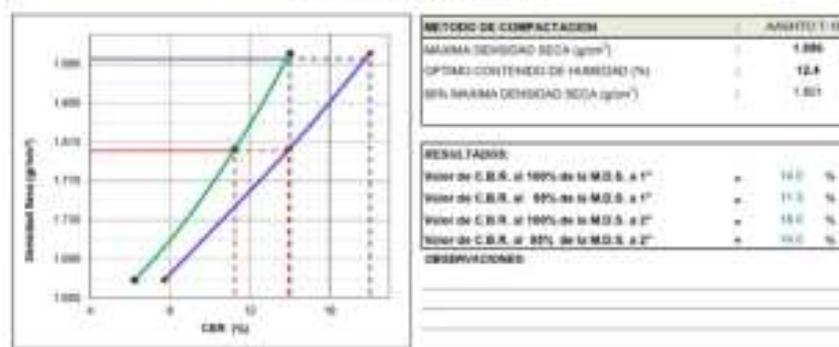
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

COMPAÑÍA : Ceniza de Cáscara de Café 15%

CAUCATA : C-1

FECHA : 28 JUNIO DEL 2003

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR









SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

C.A. SERVICIOS GEOTÉCNICOS Nº 101 - PUNTO NUEVO - FERREÑAFÉ

REGISTRACIÓN Nº 001003-2004/DRE-INDUCOMI

Internet: www.serviciosgeotecnicos.com RPP# 494700627 TELEF. 074-999484

CORREO ELECTRÓNICO: info@serviciosgeotecnicos.com

LABORATORIO GEOTÉCNICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

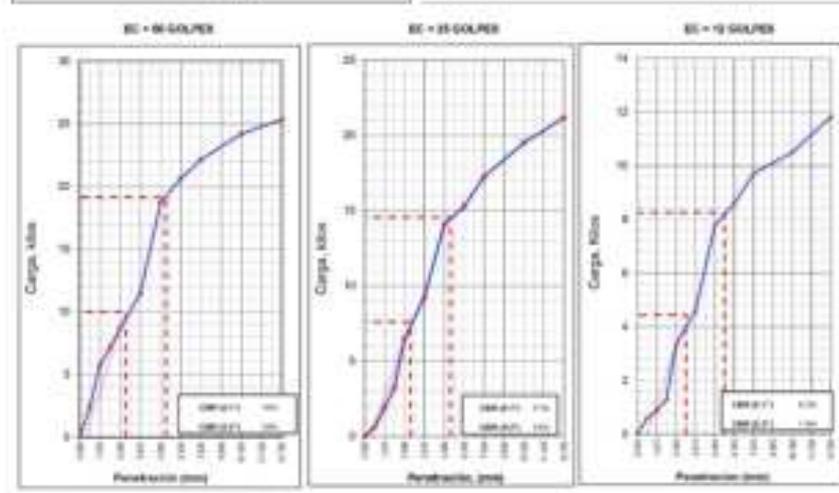
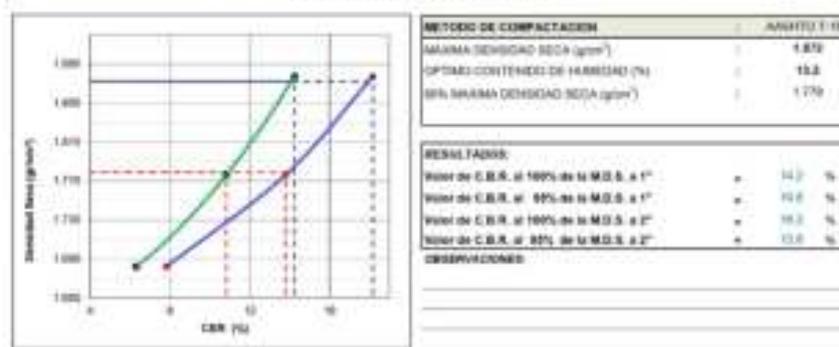
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFÉ, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

COMPOSICIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 15%

CAUCATA : C-2

FECHA : DE JULIO DEL 2023

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

PLA. INDUSTRIAL DE LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LAMBAYEQUE - PERÚ
 INGENIERÍA CIVIL Y GEOTÉCNICA - INGENIERÍA DE MATERIALES
 C/AV. INDUSTRIAL DE LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LAMBAYEQUE, S/N. TEL: 051-944-444444
 SERVICIOS GEOTÉCNICOS S.R.L. - RUC: 2010400123
LABORATORIO REGIONAL

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR

(MTC 6-132 | ASTM D-1586 | ANTIPO 7-132)

ANTOR : DE LA CRUZ PABLO LORENZO VICTOR DOMINGO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO"
 UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE
 DESCRIPCIÓN : Ceniza de Cáscara de Café 15%
 CALIDAD : C-3
 FECHA : 18 JULIO DEL 2023

CALCULO DEL CBR

ESPEZOR (mm)	5	10	15
ESPEZOR DE LA MUESTRA	5	5	5
ESPEZOR DE LA MUESTRA (mm)	50	25	10
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	3120	3115	3024
Peso de molde (g)	2190.0	2190.0	2071.0
Peso de suelo húmedo (g)	929.0	925.0	953.0
Volumen del molde (cm ³)	200.0	200.0	200.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	4.645	4.625	4.765
Tar (w)			
Peso agua (g) + molde (g)	307.0	307.0	282.0
Peso agua (g) + molde (g)	227.0	226.0	227.0
Peso de agua (g)	80.0	81.0	55.0
Peso de suelo (g)	849.0	844.0	878.0
Peso de agua (g)	80.0	81.0	55.0
Peso de suelo seco (g)	769.0	763.0	823.0
Contenido de humedad (%)	10.4	10.6	6.7
Densidad seca (g/cm ³)	4.666	4.636	4.734

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION		DIL.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/07/23	09:00 a.m.	5	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
18/07/23	09:00 a.m.	24	0	0.150	0.321	0	0.120	0.250	0	0.120	0.250
20/07/23	09:00 a.m.	48	10	0.300	0.642	10	0.280	0.591	10	0.280	0.591
21/07/23	09:00 a.m.	72	20	0.350	0.745	20	0.340	0.718	20	0.340	0.718
22/07/23	09:00 a.m.	96	27	0.400	0.849	28	0.370	0.778	28	0.370	0.778

PENETRACION

PENETRACION	LARGA	MOLDE M ³	M-10			MOLDE M ³			M-11			MOLDE M ³			M-12		
			ESTADO	CARGA	CORRECCION	ESTADO	CARGA	CORRECCION	ESTADO	CARGA	CORRECCION	ESTADO	CARGA	CORRECCION			
mm	mm	kg	kg	kg	%	kg	kg	kg	%	kg	kg	kg	kg	kg	kg	%	
0.000	0.000	0	0	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0		
0.050	0.050	40.0	0.0	0.0		20.0	1.0	10.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0	10.0	0.0		
1.250	0.250	16.0	0.0	0.0		30.0	1.0	15.0	0.0	15.0	0.0	15.0	0.0	15.0	0.0		
1.800	0.275	100.0	0.0	0.0		50.0	0.0	25.0	0.0	25.0	0.0	25.0	0.0	25.0	0.0		
2.500	0.400	70.00	107.0	0.0	10	10.0	107.0	0.0	0	10.0	107.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3.000	0.450	100.00	220.0	11.0		100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0		
3.900	0.500	100.00	370.0	18.0	20	10.0	370.0	14.0	10	10.0	370.0	14.0	10.0	370.0	14.0	0.0	
5.000	0.550	100.00	500.0	20.0		500.0	10.0	500.0	10.0	500.0	10.0	500.0	10.0	500.0	10.0		
7.500	0.600	100.00	600.0	22.0		600.0	11.0	600.0	11.0	600.0	11.0	600.0	11.0	600.0	11.0		
10.000	0.650	100.00	700.0	20.0		700.0	10.0	700.0	10.0	700.0	10.0	700.0	10.0	700.0	10.0		
12.500	0.690	100.00	800.0	20.0		800.0	11.0	800.0	11.0	800.0	11.0	800.0	11.0	800.0	11.0		





SERVICIOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA, ASFALTO Y ENSAYO DE MATERIALES

C.A. SERVICIOS TECNOLÓGICOS Nº 101 - PUNTO NUEVO - FERREÑAFE
 REGISTRO Nº 80188 - 2004/DRE - INDIPEC
 E-mail: tecnoservicios@telefonos.com RPN 494700677 TELEF. 074-898484
 CENTRO CERC Nº 80000418
LABORATORIO CIENTÍFICO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1587 / AASTHO T-193)

AUTOR : DE LA CRUZ PAICO LORENZO VICTOR DOMINGO

PROYECTO TEMA : "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE CAFÉ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO".

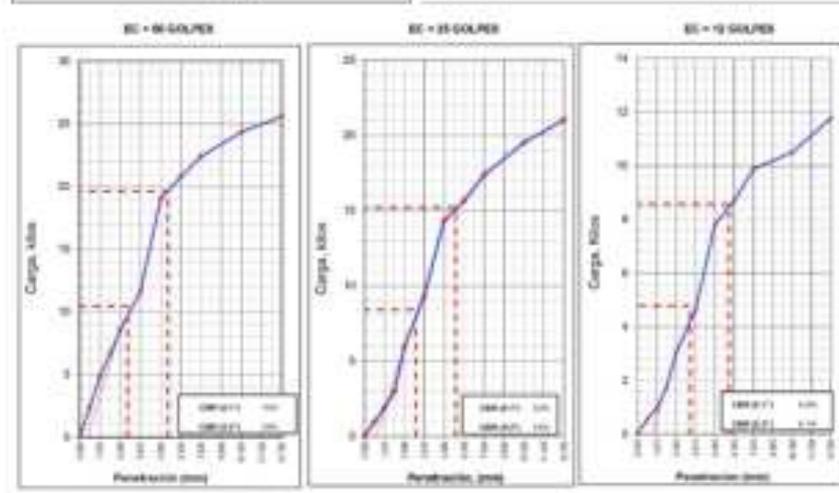
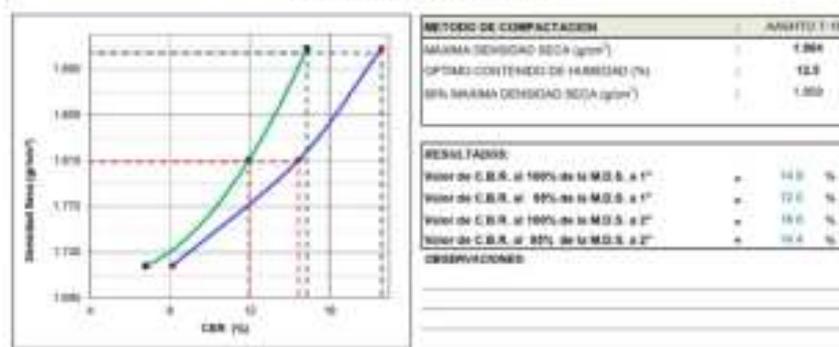
UBICACIÓN : PROVINCIA FERREÑAFE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE

COMPAÑÍA : Ceniza de Cáscara de Café 15%

CAUCATA : C-3

FECHA : 18 JULIO DEL 2023

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CBR



Anexo III: Calibración de los equipos



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Tuberculosis de Alamos

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 0199 - 2023

1. Expediente	03148-2023	<p>Este certificado de calibración documenta la conformidad a los patrones nacionales e internacionales que realizan los trabajos de la actividad de ensayo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p>
2. Solicitante	JORGE JHAN NUBGA SOBA	
3. Dirección	CALLE 8 DE OCTUBRE NRO 248 PUEBLO JOVEN LAS MERCEDES - LAMBAYEQUE PERU (N°P) - PERUSUR	<p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración, el usuario se compromete a disponer en su momento de aplicación de una recalibración, la cual será en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o el momento vigente.</p>
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	<p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de las precisiones que pueda obtener el usuario mediante el uso continuado de este instrumento, incluyendo en los resultados de la calibración para el usuario.</p>
Capacidad Máxima	30000 g	<p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p>
División de escala (d)	1 g	<p>El certificado de calibración es único y válido como tal.</p>
Dix. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	B	
Marca	OMAU	
Modelo	RT1P302H	
Número de Serie	8342147648	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	Nº 302CA	
5. Fecha de Calibración	2023-04-17	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2023-04-17	 JORGE ALEJANDRO FLORES MIRAYA	

- ☎ 913 020 621 - 913 020 622
- ☎ 913 020 623 - 913 020 624
- 🌐 www.perutest.com.pe

- 📍 Av. Chillon Lata 50 B - Comas - Lima - Lima
- ✉ miraya@perutest.com.pe
- 🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20852182721

Área de Metrología
 Laboratorio de Pesas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0199 - 2023

Página 1 de 4

ENSAYO DE PESAS

Temperatura: Inicial: 20.3 °C Final: 20.2 °C

Carga S (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± 0.02 mg (1 mg)
	100	50.0mg	0.1 mg	0	0	100	50.0 mg	0.1 mg	
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1.000
100	100	400	0	0	100	500	0	0	1.000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2.000
1.000	1.000	500	0	0	1.000	500	0	0	2.000
5.000	5.000	400	100	100	5.000	400	100	100	5.000
10.000	10.000	800	-100	-100	10.000	500	0	0	2.000
15.000	15.000	800	0	0	15.000	500	0	0	2.000
20.000	20.000	800	-100	-100	15.000	200	-700	-700	2.000
25.000	25.000	800	0	0	24.999	200	-700	-700	2.000
30.000	30.000	800	0	0	29.999	300	-800	-800	2.000

Ver error máximo permitido.

Leyenda: 1. Carga aplicada a la balanza; 2. Carga estimada; 3. Error de la pesa;
 4. Indicación de la balanza; 5. Error asociado; 6. Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición: $M \pm 2 \times \sqrt{1.64106587 \cdot u^2 + 0.000000000171 \cdot R^2}$

Lectura corregida: $R_{correctada} = R - 0.000019 \text{ g}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento



☎ 913 028 621 - 913 028 622
 ☎ 913 028 623 - 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 02 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 206021R2721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0199 - 2023

Área de Metrología
 Laboratorio de Midev

Página 1 de 4

11. Resultados de Mediciones

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSILACION LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		REVELACION	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga 1 (*)			Carga 2 (*)				
	1 (g)	N (mg)	E (mg)	1 (g)	N (mg)	E (mg)		
1	14,888	200	-700	30,001	700	800		
2	15,000	600	-100	30,000	800	0		
3	15,000	400	100	30,000	800	0		
4	15,000	600	-100	30,000	800	0		
5	15,000	500	0	30,000	800	0		
6	15,000	800	0	30,000	700	-200		
7	15,000	500	0	30,000	800	0		
8	15,001	800	700	30,000	800	-100		
9	15,001	800	600	30,000	800	0		
10	15,001	800	700	30,000	800	-100		
Diferencia Máxima		1,400			Diferencia Máxima			1,000
Error Máximo Permisible		± 3,000			Error Máximo Permisible			± 3,000

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición
de las
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	22,2 °C	22,2 °C

Posición de la Carga	Carga Máxima*	Determinación del Error en Cero de			Determinación del Error Corregido de				
		1 (g)	N (mg)	E (mg)	1 (g)	N (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
1	10	100	0	10,000	500	0	0		
2	10	800	-100	10,001	800	700	800		
3	10 g	8	200	-700	10,000	600	-100	600	
4	10	400	100	10,000	600	-100	-200		
5	10	800	-100	10,000	500	0	100		
* Valor entre 0 y 10g		Error máximo permisible							± 3,000



☎ 913 028 621 - 913 028 622
 ☎ 913 028 623 - 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST SAC



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
 RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0199 - 2023

Área de Metrología
 Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase II y Clase III" del SMM- INACAL.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.
 Avenida Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.2 °C	20.2 °C
Humedad Relativa	60%	60%

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELECTROM	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud F1)	CCP-1000-003-20
ELECTROM	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud F1)	CCP-1000-001-22
METROL	JUEGO DE PEAAS 1 kg x 5 kg (Clase de Exactitud F1)	CCP-0016-001-20
ELECTROM	JUEGO DE PESAS 1 kg x 1 kg (Clase de Exactitud F1)	CCP-0004-001-20
METROL	TERMOMETRO DIGITAL BODCO	VAT-1754-2023

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 - 913 028 622
 ☎ 913 028 623 - 913 028 624
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
 ✉ ventas@perutest.com.pe
 🏢 PERUTEST-SAC

Área de Metrología
Calibración de Líquido

INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 009 - 2023

Página 1 de 1

1. Expediente	01067-2023	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	JORGE JHAN MEIRDA SOSA	
3. Dirección	CALLE 9 DE OCTUBRE NRO 248 - PUEBLO JOVEN LA MINICHOES - SAMBAYQUE FERRERAVE - FERRERAVE	
4. Instrumento de medida	EQUIPO LIMITE LÍQUIDO ICAZUELA CASAGRANDE	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medida a su reglamento vigente.
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-C	
Precedencia	PERU	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los daños que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	008	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contacto	NO TIENE	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Utilización	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2023-09-21	El informe de verificación en firma y sello tiene de validez.

Fecha de Creación

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-21


MARIEL ALEJANDRO RUIVA TORRES



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chélin Lolo 50 B - Cochas - Lima - Lima
✉ ventas@calibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

INFORME DE VERIFICACIÓN
CA - IV - 009 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 2

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

En el laboratorio de Longitud de PERUTECH S.A.C.
Avenida Chillon Lote 50-B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21 °C	21 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD	LLA-170-2022
METROL	*PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE*	L-0483-2022
METROL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1181-2022

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICACIÓN.
(*). Serie grabado en el instrumento



11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE COPA DURA

Altura (mm)	Longitud (mm)	Ancho (mm)
50.20	140.60	125.40

**HERRAMIENTA DE RAJADO
EXTREMO CURVADO**

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10.02	1.99	13.01

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la cara del alfiler hasta la base (mm)
48.80	1.95	47.01

Fin del Documento





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-059-2022

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	2022-11-28
EXPEDIENTE	178 2022
1. SOLICITANTE	C&M SEMGOTOP SERVICIO DE INGENIERÍA GEOTECNIA Y TOPOGRAFIA S.A.C.
DIRECCIÓN	Cal. Tres Marías N° 814 H.L. Cercado, Ferreñafe Ferreñafe - LAMBAYEQUE
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	PRENSA CBR
MARCA	TERZAGHI
MODELO	T2-PCBR
NÚMERO DE SERIE	101
ALCANCE DE INDICACIÓN	3000 kgf
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	0.01 kgf
CLASE DE EXACTITUD	NO INDICA
PROCEDENCIA	PERÚ
IDENTIFICACIÓN	NO INDICA
UBICACIÓN	LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-11-28

Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que puede provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado solo puede ser otorgado o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración es válido cuando es firmado electrónicamente por el responsable del laboratorio de calibración de EXACTITUD PERÚ S.A.C.

La Ley N° 27260 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra señal que contenga manifestación de voluntad.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

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

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Fuerza de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.
Ca. 4 Ma. 1 Lt. 18 Av. de Visión Tres Horizontes, San Martín de Porres - Lima - LIMA





5. CONDICIONES AMBIENTALES

Condición	Inicio	Fin
Temperatura	22 ± 1 °C	22 ± 1 °C
Humedad Relativa	65 %RH	65 %RH

6. TRAZABILIDAD

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

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Celso de carga calibrado a 30 kg con incertidumbre de arte de 0.02 %	MP LP 003.27.8

7. OBSERVACIONES

- Se utilizó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALBRADO".
- El equipo trabaja con un indicador digital, Marca: HONEYWELL, Modelo: 30 y Serie: 1670504037
- El equipo trabaja con una celda de carga de 5000kgf, Marca: K&L, Serie: 6481889

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo	Indicador de Fuerza (Artículo)				Exactitud	Incertidumbre (k=2)
	F_1 (kg)	F_2 (kg)	F_3 (kg)	F_4 (kg)		
10	100.0	99.7	99.9	100.7	0.18	0.36
20	190.0	190.3	197.3	199.0	0.14	0.18
30	190.0	190.0	1499.0	1499.0	0.07	0.09
40	2000.0	2027.7	1999.7	2000.7	-0.03	0.09
50	2500.0	2507.4	2500.3	2500.3	-0.03	0.03
60	3000.0	3003.1	3000.1	3000.0	-0.08	0.03
70	3500.0	3492.7	3493.7	3491.7	-0.08	0.03
80	4000.0	4008.4	4000.4	4000.4	-0.11	0.03
90	4500.0	4500.1	4507.1	4500.1	-0.14	0.03
100	5000.0	5004.8	5004.8	5006.8	-0.11	0.03
Resolución (Célula)	0.0	0.0	0.0	0.0		

MAZMO EMPES RELATIVO (2000) (%)	± 0.01 %
---------------------------------	----------

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LL-190-2022

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-11-29
EXPEDIENTE : 176-2022

1. SOLICITANTE : **Q&M SENGETOP SERVICIO DE INGENIERIA
GEOTECNIA Y TOPOGRAFIA S.A.C.**

DIRECCIÓN : Cal. Tres Marías N° 814 H.L. Cercado
Fameltalo - Fameltalo - LAMBAYEQUE

**2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN** : **COMPARADOR DE CUADRANTE**

MARCA : INSIZE

MODELO : 2112-25

NÚMERO DE SERIE : 1628170437

**ALCANCE DE
INDICACIÓN** : 0 mm a 25 mm

**DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN** : 0,01 mm

PROCEDENCIA : NO INDICA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

TIPO : DIGITAL

UBICACIÓN : LABORATORIO

**FECHA DE
CALIBRACIÓN** : 2022-11-29

Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C. se
se responsabiliza por los perjuicios
que pueda provocar cualquier
interpretación errónea de los
resultados del presente certificado.

Este certificado solo puede ser
difundido o reproducido en su
totalidad, para los extractos o
modificaciones se requiere de la
autorización de Q&M EXACTITUD
PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente
documento no deben ser utilizados
como una certificación de
conformidad con normas de
producto o como certificado del
sistema de calidad de la entidad que
lo produce.

El presente certificado de calibración
no tiene validez sin la firma
electrónica del responsable del
laboratorio de calibración de Q&M
EXACTITUD PERÚ S.A.C.

La Ley N° 27209 tiene por objeto
regular la utilización de la firma
electrónica otorgándole la misma
validez y eficacia jurídica que el uso
de una firma manuscrita u otra
análoga que conlleve manifestación
de voluntad.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI, Segunda Edición.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Longitud de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.
Caj. 4-Mz. I.L. 19 Asc. De Vivienda Tres Horizontes, San Martín de Porres - LIMA


Juan C. Guispe Morales
Licenciado en Física
CPP N° 9864



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL-190-2022

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicio	Fin
Temperatura	22.4 °C	22.3 °C
Humedad Relativa	66 %RH	66 %RH

6. TRAZABILIDAD

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

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Bloques Patrón (Grado 0)	LLA-C-074-2022

7. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALBRADO".
- El Comparador de cuadrante trabaja en la Prensa CBR, Marca: TERZAGHI, Serie: 101.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (μm)		
VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
3.500	3.500	0
5.000	5.000	0
7.500	7.510	10
10.000	10.000	0
12.500	12.500	0
15.000	15.000	0
17.500	17.510	10
20.000	20.000	0
22.500	22.510	10
25.000	25.000	0

Alcance del error de indicación (T_{e}): 10 μm

Incertidumbre del error de indicación: $\pm 3 \mu\text{m}$ para $k=2$

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (μm)		
VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
22.500	22.510	10
	22.510	10
	22.510	10
	22.510	10
	22.510	10

Error de Repetibilidad (T_{r}): 0 μm

Incertidumbre del error de indicación: $\pm 3 \mu\text{m}$ para $k=2$

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN
CV-055-2022

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2022-11-28
EXPEDIENTE : 179-2022

1. SOLICITANTE : Q&M SINGETOP SERVICIO DE INGENIERIA
GEOTECNIA Y TOPOGRAFIA S.A.C.

DIRECCIÓN : Cal. Tics Menas N° 814 H.U. Cercado, Ferreñafe
- Ferreñafe - LAMBAYEQUE

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDES CILINDRICOS
PARA ENSAYO CBR

MARCA : TERZAGHI

MODELO : NO INDICA

NÚMERO DE SERIE : 110 / 111 / 112

PROCEDENCIA : PERÚ

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE VERIFICACIÓN : 2022-11-28

3. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

La verificación se realizó por el método lineal con patrones invariables al SNM/INDECOPI tomando como referencia la MTC E 132 / ASTM D 1583, Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils.

4. LUGAR DE VERIFICACIÓN

Laboratorio de Mesa de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.
Ca. 4 Mz. / Lt. 19 Asc. De Vivienda Tres Horizontes, San Martín de Porres - Lima - LIMA

Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser citado o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez en la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.


Juan C. Quiroga Morales
Licenciado en Física
CPF N° 0064



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	22,4 °C	22,4 °C
Humedad Relativa	66 %RH	66 %RH

6. TRAZABILIDAD

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

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla Acero 1000mm - 0.3mm / 5mm	IAD-1253-2022
Balanza 30000 g	IM-021-2022
Pie de Rey	L-022-2022

7. OBSERVACIONES

- (*) Identificación inscrita en el molde CBR.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "VERIFICADO".
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándolo en buenas condiciones.
- El rango admisible del volumen del molde es de 3243 ± 34 cm³.
- El rango admisible del diámetro del molde es de 152.8 ± 0.7 mm.
- El rango admisible de la altura del molde es de 177.8 ± 0.5 mm.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Molde CBR		Serie: 110	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152.80	177.80	3230	51.50

Nota: Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR			VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
MASA DE SOBRECARGA			
ABIERTA (g)	CERRADA (g)		
2398.0	2274.0		1991.0

Nota: Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

Molde CBR		Serie: 111	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152.80	177.80	3248	52.00

Nota: Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR			VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
MASA DE SOBRECARGA			
ABIERTA (g)	CERRADA (g)		
2273.0	2268.0		1986.0

Nota: Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

Molde CBR		Serie: 112	
Diámetro (mm)	Altura (mm)	Volumen (cm ³)	Altura del Collarín (mm)
152.80	177.80	3246	52.60

Nota: Se calculó el volumen por el método de medición lineal.

ACCESORIOS DE MOLDE CBR			VASTAGO DE EXPANSIÓN (g)
MASA DE SOBRECARGA			
ABIERTA (g)	CERRADA (g)		
2270.0	2273.0		1993.0

Nota: Se calculó el volumen por el método de medición lineal.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASPALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
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 0.8 mm
Volumen	2.124 cm ³ \pm 25 cm ³
Serie	0121

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 octubre del 2021



Aprobado:

☎ 913 028 621 – 913 028 622
☎ 913 028 623 – 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST S.A.C.



PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION MARTILLO PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Peso:	4540 ± 10 g.
Caída:	457 ± 1.3 mm (18")
Diámetro de la masa:	100 mm
Serie:	0120

El Martillo Proctor 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

Lima, 01 de octubre del 2021.

Aprobado:



☎ 010 028 621 - 913 028 622
☎ 013 028 623 - 913 028 624
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lite 50 B - Condes - Lima - Lima
✉ ventas@perutest.com.pe
🏢 PERUTEST SAC

TAMEZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST BEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4.75	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4.91	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1.49	mm
MALLA No. MESH No.	8	
SERIE No. SERIES No.	79219	

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN
(MEASUREMENT OF METALLOGRAPHY) ± 10.35 µm

FECHA
DATE 2022 / 10 / 07

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD PARA EL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

17112 - vía Puente Piedra
Parque Industrial San Isidro
Bodega C1

Dirección Corporativa
TEL: (071) 7454555
www.pinzuar.com.pe

PINZUAR
www.pinzuar.com.pe

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2022 / 10 / 07
Introducción Statement	TAMEZ PARA ENSAYO TEST BEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	79219
Malla No. Mesh No.	8

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 17

Resolución: Este inspeccionamiento ha sido verificado en el laboratorio de Control de Calidad de PINZUAR. Para mayor información de métodos y procedimientos, consultar el manual de procedimientos de laboratorio de calidad de PINZUAR.

Resolución: Los resultados de este informe fueron evaluados en el laboratorio de Control de Calidad de PINZUAR. El presente informe es válido para el uso que se le da en el momento de su emisión. El presente informe puede ser utilizado en el momento de su emisión en el laboratorio de Control de Calidad de PINZUAR.

Este informe es válido para el uso que se le da en el momento de su emisión. El presente informe es válido para el uso que se le da en el momento de su emisión. El presente informe es válido para el uso que se le da en el momento de su emisión.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO MESH OPENING	1981.47	µm
ABERTURA MÁXIMA MESH WIDTH	2033.29	µm
DIÁMETRO PROMEDIO MESH DIAMETER	856.11	µm
MALLA No. MESH No.	10	
SERIE No. SERIAL No.	81002	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN MEASUREMENT UNCERTAINTY	+ 30.14	µm
FECHA DATE	2022 / 10 / 07	
FIRMA SIGN		

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
Km 2 de Puente Piedra
Parque Industrial **Ban Indro**
Bodega C1
Madrid, Cundinamarca
TEL: (571) 7454888
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
www.pinzuar.com.co

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2022 / 10 / 07
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	81002
Malla No. Mesh No.	10

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 20

Transparencia: Las especificaciones del tamiz, verificadas en el laboratorio de Control de Calidad de PINZUAR, por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema de referencia de la NIST (95).

Resultados: Las dimensiones del tamiz fueron evaluadas de acuerdo al número 8.2 de la Norma ASTM E11 - 20. La abertura de la malla cumple con el estándar en el tamaño 8.1 de la Norma ASTM E11 - 20. El diámetro de abertura cumple con el estándar en el tamaño 8.2 de la Norma ASTM E11 - 20.

Este informe describe únicamente el estado de las mediciones realizadas con fines de inspección y control de calidad en el laboratorio. El laboratorio no es responsable de los procesos que pueden derivarse del uso inadecuado del tamiz.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO (Average aperture)	893.29 μ m
ABERTURA MÁXIMA (Maximum aperture)	895.91 μ m
DIAMETRO PROMEDIO (Average diameter)	867.84 μ m
MALLA No. (Sieve No.)	20
SERIE No. (Sieve No.)	83932
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (Uncertainty of measurement)	+ 11.85 μ m
FECHA (Date)	2022/07/22
FIRMA (Signature)	<i>Katherine Abril</i>

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

Km 2 de Puente Piedad
Parque Industrial San Isidro
Bodega C1
(Medio, Cundinamarca)
TEL: (571) 7484888
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
www.pinzuar.com.co

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha (Date)	2022/07/22
Instrumento (Instrument)	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante (Manufacturer)	PINZUAR LTDA.
Serie No. (Sieve No.)	83932
Malla No. (Sieve No.)	20

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 20

Verificación: (This inspection was performed in the laboratory of Control de Calidad de PINZUAR. The results are in accordance with the international standard ASTM E11 - 20.)

Resultados: (The inspection of the sieve was carried out according to the standard ASTM E11 - 20. The results are in accordance with the international standard ASTM E11 - 20.)

Este informe respalda firmemente el resultado de laboratorio. El laboratorio no se responsabiliza de los resultados que puedan derivarse del uso inadecuado del tamizado.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO MESH AVERAGE	425.74 µm
ABERTURA MÁXIMA MESH MAXIMUM	444.40 µm
DIÁMETRO PROMEDIO MESH AVERAGE	374.70 µm
MALLA No. MESH No.	40
SERIE No. SERIAL No.	78987
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN MEASUREMENT UNCERTAINTY	± 5.00 µm

FECHA
DATE

2022 / 10 / 07

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

km.2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Edificio C1
(Masculi, Ciudad Comercial)
TEL: (511) 7454555
www.pinzuar.com.pe

PINZUAR
www.pinzuar.com.pe

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha
Date

2022 / 10 / 07

Instrumento
Instrument

TAMIZ PARA ENSAYO
TEST SIEVE

Fabricante
Manufacturer

PINZUAR

Serie No.
Serial No.

78987

Malla No.
Mesh No.

40

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 17

Verificación: Las especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de Calidad de PINZUAR, por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Observación: Las dimensiones del tamiz fueron evaluadas de acuerdo al tamaño 0.05 de la Norma ASTM E11 - 17. La abertura de la malla cumple con el establecimiento el número 0.1 de la Norma ASTM E11 - 17. El tamaño de abertura cumple con lo establecido en el tamaño 0.05 de la Norma ASTM E11 - 17.

Este informe expresa los hechos y resultados de las actividades realizadas y de manera independiente y objetiva en sus conclusiones. El fabricante es el responsable de los productos que pueden derivarse del uso inadecuado del instrumento.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO 293.61 μm

AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 317.34 μm

MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 202.71 μm

AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 50

MESH No.

SERIE No. 77116

SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 5.11 \mu\text{m}$

MEASUREMENT UNCERTAINTY

FECHA 2022 / 10 / 07

DATE

FIRMA

SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Planta
Km 12 Vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Medio Cuadrante)
TEL: (071) 7484885
www.pinzuar.com.pe

PINZUAR
INSTRUMENTOS S.A.S

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha 2022 / 10 / 07

Date

Instrumento TAMIZ PARA ENSAYO

Instrument

Fabricante PINZUAR LTDA.

Manufacturer

Serie No. 77116

Serial No.

Malla No. 50

Mesh No.

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 17

Verificación: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de Calidad de PINZUAR. Por medio de patrones de medición calibrados con validación al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del mazo fueron evaluadas de acuerdo al numeral B.2 de la Norma ASTM E11 - 17. La abertura promedio es de 293.61 μm con un error de medición de $\pm 5.11 \mu\text{m}$. La abertura máxima es de 317.34 μm y el diámetro promedio es de 202.71 μm . El número de malla es de 50.

Esta y otras especificaciones se encuentran detalladas en el informe de inspección y verificación en que se realizó el laboratorio se es responsable de las pruebas que pueden derivarse del uso inadecuado del instrumento.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO
Average Aperture 149,57 μ m

ABERTURA NOMINAL
Nominal Aperture 150,00 μ m

QUOTIENTE PROMEDIO
Average Quotient 96,42 μ m

MAJILLA No.
Mesh No. 100

SIEVE No.
Sieve No. 81810

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN
Uncertainty of Measurement $\pm 2,62$ μ m

FECHA
Date 2022 / 10 / 28

FIRMA
Signature

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDOR DEL MUNDO

Planta

km 22 vía Puente Piedra
Parque Industrial San Isidro
Edificio C1
(Machalí, Cundinamarca)
TEL: (071) 7464885
www.pinzuar.com

PINZUAR
www.pinzuar.com

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha
Date 2022 / 10 / 28

Instrumento
Instrument TAMIZ PARA ENSAYO
TEST SIEVE

Entidad
Manufacturer PINZUAR LTDA.

Serie No.
Serial No. 81810

Modelo No.
Model No. 100

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 20

Verificación: Las especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de PINZUAR, mediante el instrumento de medición calibrado con trazabilidad a los estándares de unidades SI.

Conclusiones: Las dimensiones del tamiz fueron evaluadas de acuerdo al método B3 de la norma ASTM E11 - 20. La abertura de la malla cumple con los requisitos de la norma ASTM E11 - 20. El resultado de esta prueba cumple con el requerimiento de la norma ASTM E11 - 20.

Este informe asegura que se han verificado los requisitos necesarios y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron. El fabricante es responsable de las pruebas que pueden ser parte del uso intencional del instrumento.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
EQUivalente a la norma
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO
AVERAGE APERTURE 73,52 µm

ABERTURA MAXIMA
MAXIMUM APERTURE 82,44 µm

DIÁMETRO PROMEDIO
AVERAGE DIAMETER 54,61 µm

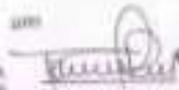
MALLA No.
MESH No. 200

SERIE No.
SERIAL No. 79654

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT ± 1,78 µm

FECHA
DATE 2022 / 10 / 28

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta

kms 22 vía Puente Piedra
Parque Industrial **Ban Indio**
Bodega C-1
Distrito, Ciudad Comercial,
Tel. + 51 1 766 0000

PINZUAR
www.pinzuar.com.pe

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha
Date 2022 / 10 / 28

Instrumento
Instrumento TAMIZ PARA ENSAYO
TEST SIEVE

Fabricante
Manufacturer PINZUAR

Serie No.
Serial No. 79654

Malla No.
Mesh No. 200

NORMA DE ENSAYO: ASTM E11 - 20

Veracidad (True identification of test results by an approved or Certified analyst or PINZUAR, through the implementation of specific calibration and traceability system with factor of uncertainty 0.5)

Exactitud (True dimensions of mesh, based on average of three measurements of the nominal diameter of the mesh, according to the standard of the ASTM E11 - 20. The tolerance of the sample with the standard of the ASTM E11 - 20. If the tolerance of the sample falls within the tolerance of the standard of the ASTM E11 - 20.

Elaborado y firmado por el personal autorizado de las inspecciones
Elaborated and signed by the authorized personnel of the inspections
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

Anexo IV: Análisis estadístico

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE LA INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE CAFÉ EN LA PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,834	2

		Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Propiedades geotécnicas del suelo natural		,735	,861
Características mecánicas del suelo natural	SUELOS	,503	,879

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		2341,600	4	585,400		
Intra sujetos	Entre elementos	379470,400	1	379470,400	2434,063	,000
	Residuo	623,600	4	155,900		
	Total	380084,000	5	76016,800		
Total		382435,600	9	42492,844		

Media global = 260,20

En las tablas se observa que, el instrumento sobre la influencia de la ceniza de cascara de café en las propiedades mecánicas del suelo es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo $p < 0.01$) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).


Luis Arturo Montenegro Carnecho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.D. INVESTIGACIÓN
 DEL EDUCACIÓN
 COESPE 194

Anexo V: Instrumentos de validación estadística con criterio jueces expertos y criterio muestra piloto



Colegiatura N° 320474

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Cabanillas Hernandez Geiser Yaimir	Ingeniero Civil en "Consultoría y Construcción El Roble"	Propiedades físicas y mecánicas del suelo.	De La Cruz Paico Lorenzo Victor Domingo
Título de la Investigación: Influencia de la Ceniza de Cáscara de Café en las Propiedades Mecánicas del Suelo			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1 Propiedades geotécnicas del suelo natural	X		X		X		X	
2 Características mecánicas del suelo natural	X		X		X		X	

YAIMIR GEISER CABANILLAS
INGENIERO CIVIL
REG. COP. 320474

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable
() Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ing. Civil


GERARDO OCASIO HERNANDEZ
INGENIERO CIVIL
REG. CP. 320474

Colegiatura N° 320504

Ficha de validación según AIKEN

i. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Echeverre Chuquipoma Abimael	Consortio Algarrobos	Propiedades físicas y mecánicas del suelo.	De La Cruz Paico Lorenzo Victor Domingo
Título de la Investigación: Influencia de la Ceniza de Cáscara de Café en las Propiedades Mecánicas del Suelo			

ii. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME

iii. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1 Propiedades geotécnicas del suelo natural	X		X		X		X	
2 Características mecánicas del suelo natural	X		X		X		X	



ABIMEL CHUQUIPOMA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 320504

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()
Apellidos y nombres del juez validador:
Especialidad: Ing. Civil


~~ASINAR. EXPEDIRSE DICUPOSA~~
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 320504

Colegiatura N° 166935

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Victor Hugo Bonilla Gonzales	Ingeniero Civil en "DAFI Constructora e Inmobiliaria"	Propiedades físicas y mecánicas del suelo.	De La Cruz Paico Lorenzo Victor Domingo
Título de la Investigación: Influencia de la Ceniza de Cáscara de Café en las Propiedades Mecánicas del Suelo			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1 Propiedades geotécnicas del suelo natural	X		X		X		X	
2 Características mecánicas del suelo natural	X		X		X		X	



Victor Hugo Bonilla Gonzales
Ingeniero CIVIL
CIP. N° 105835

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable

() Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ing. Civil


Victor Hugo Balleza Gonzalez
INGENIERO CIVIL
C.R. 14 160026

Colegiatura N° 30694

Ficha de validación según AIKEN

i. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Salinas Vásquez Néstor Raúl	Docente de la Universidad Señor de Sipán	Propiedades físicas y mecánicas del suelo.	De La Cruz Paico Lorenzo Víctor Domingo
Título de la Investigación: Influencia de la Ceniza de Cáscara de Café en las Propiedades Mecánicas del Suelo			

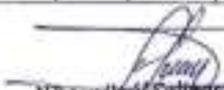
ii. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME

iii. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	SUELOS								
1	Propiedades geotécnicas del suelo natural	X		X		X		X	
2	Características mecánicas del suelo natural	X		X		X		X	


Néstor Raúl Salinas Vásquez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 3065

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable
() Apellidos y nombres del juez validador:
Especialidad: Ing. Civil


Néstor Paul Salinas Vázquez
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 30594

Colegiatura N° 75063

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Luis Mariano Villegas Granados	Docente de la Universidad Señor de Sipán	Propiedades físicas y mecánicas del suelo.	De La Cruz Paico Lorenzo Victor Domingo
Título de la Investigación: Influencia de la Ceniza de Cáscara de Café en las Propiedades Mecánicas del Suelo			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACION Y OPINIÓN
1	A	CONFORME
2	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1 Propiedades geotécnicas del suelo natural	X		X		X		X	
2 Características mecánicas del suelo natural	X		X		X		X	

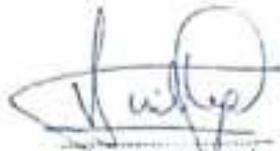


Luis Mariano Villegas Granados
INGENIERO CIVIL
-1975063-

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable
() Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ing. Civil



Iluminación Gilroy G. Ananda
M.D.E.T.C. 10003

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS
 INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE CAFÉ EN LA PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO

	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Propiedades geotécnicas del suelo natural	Características mecánicas del suelo natural	Propiedades geotécnicas del suelo natural	Características mecánicas del suelo natural	Propiedades geotécnicas del suelo natural	Características mecánicas del suelo natural	Propiedades geotécnicas del suelo natural	Características mecánicas del suelo natural
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5	5
n	5							
c	2							
V de Aiken por pregunta	1	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1		1		1		1	

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

1.0000


 Luis Arturo Montenegro Caracheo
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.D. INVESTIGACIÓN
 DEL EDUCACIÓN
 COESPE 152

Anexo VI: Panel fotográfico de evidencias de procesos.



Fig. 8 Obtención de las muestras de suelo de la H.U. “Los Pinos”, Picsi, Lambayeque



Fig. 9 Pesado de la muestra para el Ensayo de contenido de humedad



Fig. 10 Ensayo de análisis granulométrico



Fig. 11 Ensayo de Límite líquido



Fig. 12 Ensayo de límite plástico



Fig. 13 Golpes de compactación por capas para el Proctor Modificado



Fig. 14 Ensayo de CBR



Fig. 15 Quemado de la cáscara de café a temperatura de 550°C



Fig. 16 Secado de la ceniza de cáscara de café



Fig. 17 Muestras de ceniza de cáscara café



Fig. 18 Ensayo de Límite Líquido para 10%CCC



Fig. 19 Adición de 15% de CCC al suelo para ensayo de Proctor Modificado



Fig. 20 Ensayo Proctor Modificado, golpes de compactación



Fig. 21 Ensayo de CBR, golpes de compactación por capas para 10%CCC



Fig. 22 Toma de datos del ensayo CBR para 15%CCC