



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Efecto de la adición de ceniza de bagazo y lodo de granito en la
estabilización de suelos arcillosos, Lambayeque

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil.

AUTOR:

Gutiérrez Vargas, Jorge Alberto (ORCID: 0000-0001-7631-7889)

ASESOR:

Mg. Cerna Vásquez, Marco Antonio Junior (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

CHICLAYO- PERÚ

2021

DEDICATORIA

A DIOS por darme la vida y la fortaleza para continuar siempre adelante, pese a las dificultades, por darme salud, sabiduría e inteligencia y haber permitido alcanzar este logro tan importante de mi carrera.

A mis Padres por estar siempre apoyándome en los momentos más difíciles y a mi hija que es la motivación para seguir adelante día a día.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a la prestigiosa UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, que me dio la oportunidad de estudiar y superarme profesionalmente, brindándome una excelente formación académica. Así mismo a todos los docentes involucrados en mi formación académica quienes con sus experiencias, orientaciones y motivaciones me transmitieron sus enseñanzas para lograr ser un exitoso profesional.

Al Ing. MG. Marco Antonio Junior Cerna Vásquez mi asesor quien con sus valiosos conocimientos y sugerencias me ayudo a culminar satisfactoriamente mi tesis.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	13
3.1.Tipo y diseño de Investigacion	13
3.2.Variables y Operacionalización	13
3.3.Población, muestra y muestreo	14
3.4.Técnicas e instrumentos de recoleccion de datos.....	17
3.5.Procedimientos.....	18
3.6.Método de análisis de datos.....	20
3.7.Aspectos éticos	21
IV.RESULTADOS.....	22
V.DISCUSIÓN	34
VI.CONCLUSIONES	39
VII.RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS	42
ANEXOS	47

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de suelos según Índice de Grupo (IG).....	8
Tabla 2.Gravedad específica según el tipo de suelo	9
Tabla 3.Clasificación de las arcillas según su resistencia	10
Tabla 4.Contenido de Óxidos en la ceniza de bagazo	11
Tabla 5. Contenido de Óxidos en el lodo de granito	12
Tabla 6. Diseño de la investigación experimental	13
Tabla 7. Población de ensayos	15
Tabla 8. Tabla de análisis de varianza	20
Tabla 9. Ubicación de las muestras patrón	22
Tabla 10. Ubicación de los estabilizadores	22
Tabla 11. Porcentaje del tipo de suelo encontrado en las muestras patrón	23
Tabla 12. Resultados del ensayo de límites de Atterberg	24
Tabla 13. Resultados del ensayo FRX de suelo arcilloso de alta plasticidad (CH)	25
Tabla 14. Resultados del ensayo FRX de los estabilizadores proporción 1:1	26
Tabla 15. Resultados del CBR del suelo patrón 1 y compuesto	29
Tabla 16. Resultados del CBR del suelo patrón 2 y compuesto.	29
Tabla 17. Resultados de la expansión del suelo patrón 1 y compuesto	31
Tabla 18. Resultados de la expansión del suelo patrón 2 y compuesto	31
Tabla 19. Incremento porcentual del CBR respecto a la arcilla altamente plástica (CH)	37
Tabla 20. Incremento porcentual del CBR respecto a la arena arcillosa (SC)	37

Índice de figuras

Figura 1. Resumen de las guías de observación	17
Figura 2. Esquema representativo del procedimiento de la investigación	19
Figura 3. Curva Granulométrica de las muestras de suelo patrón	23
Figura 4. Estado de la subrasante según el índice de grupo	24
Figura 5. Gráfico comparativo de la M.D.S entre el suelo patrón 1 y compuesto	27
Figura 6. Gráfico comparativo de la M.D.S entre el suelo patrón 2 y compuesto	27
Figura 7. Gráfico comparativo de la M.D.S entre el suelo patrón 1 y compuesto	28
Figura 8. Gráfico comparativo de la M.D.S entre el suelo patrón 2 y compuesto	28
Figura 9. Gráfico comparativo de CBR al 95% de la M.D.S entre el suelo patrón 1 y compuesto	30
Figura 10. Gráfico comparativo de CBR al 95% de la M.D.S entre el suelo patrón 2 y compuesto	30
Figura 11. Gráfico comparativo de la expansión entre el suelo patrón 1 y compuesto	31
Figura 12. Gráfico comparativo de la expansión entre el suelo patrón 2 y compuesto	32
Figura 13. Gráfico comparativo de la de resistencia a la compresión entre el suelo patrón 1 y compuesto	32
Figura 14. Gráfico comparativo de la de resistencia a la compresión entre el suelo patrón 2 y compuesto	33

RESUMEN

Este proyecto de investigación experimental es importante ya que existen residuos industriales que producen contaminación, pudiendo ser aprovechado para mejorar la calidad de un suelo arcilloso mediante una estabilización química con la adición de ceniza de bagazo de caña (CBC) y lodo de granito (LG), cuyo objetivo principal es determinar los efectos de la adición de estos estabilizadores, para ello se determinó las características físicas del suelo patrón, características mecánicas del suelo patrón respecto al compuesto y características químicas del suelo patrón y estabilizadores.

De acuerdo a los resultados de los ensayos y las fuentes recogidas, se encontró un suelo arcilloso altamente plástico (CH) y un suelo arenoso- arcilloso (SC), que siendo mezclado el 15% y 25% de los estabilizadores, se observó un incremento relativo de CBR respecto a al suelo CH de 11.18% adicionando el 15% de estabilizador con la proporción de 1/2CBC +1/2LG, siendo este el porcentaje adecuado para la estabilización.

Palabras clave: residuos industriales, características, adecuado, incremento, CBR.

ABSTRACT

This research project is important since there are industrial residues that produce pollution, which can be used to improve the quality of a clay soil through chemical stabilization with the addition of cane bagasse ash (CBC) and granite mud (LG), The main objective of which is to determine the effects of the addition of these stabilizers. For this, the physical characteristics of the standard soil, mechanical characteristics of the standard soil with respect to the compound and chemical characteristics of the standard soil and stabilizers were determined.

According to the results of the tests and the sources collected, a highly plastic clayey soil (CH) and a sandy-clayey soil (SC) were found, which being mixed 15% and 25% of the stabilizers, an increase was observed Relative CBR with respect to the soil CH of 11.18% adding 15% of stabilizer with the proportion of 1 / 2CBC + 1 / 2LG, this being the adequate percentage for stabilization.

Keywords: industrial waste, characteristics, adequate, increase, CBR.

I INTRODUCCIÓN

Las carreteras son una pieza clave para el desarrollo de un país, tanto a nivel económico ya que con su ausencia impediría el desarrollo económico y a nivel social generando un mejoramiento en las condiciones de vida en una comunidad, por lo que se podría deducir que una mala infraestructura vial perjudicaría a estas dos realidades.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020), en nuestro país el 98.3% (111 886.6 km) de la red vial vecinal (rural) no se encuentra pavimentada, provocando que el turismo, el comercio y la educación no se desarrollen de manera gradual. En el departamento de Lambayeque el 1.34% de sus vías vecinales se encuentra asfaltado, y lo restante nos encontramos con superficies afirmadas, sin afirmar y trochas carrozables; haciéndola una de las regiones menos pavimentadas a nivel nacional y necesitando una gran inversión para lograrlo (p. 11).

En las vías vecinales del departamento de Lambayeque que no han sido pavimentadas, existen una variedad de suelos entre arcillosos y arenosos que no son recomendables para su uso en la construcción, y que necesitan ser tratados para mejorar sus particularidades físicas y la capacidad del terreno usando diferentes técnicas; siendo una de las más usadas la estabilización de suelos.

En el desarrollo de la estabilización del terreno a nivel de sub rasante lo que se busca es incrementar la capacidad de soporte para que posea un CBR mayor a 6% y mejorar el comportamiento del suelo con una posible presencia de agua; con la adición de tradicionales productos químicos, naturales o sintéticos que son seleccionados para distintos tipos de suelo. La utilización de sobrantes industriales, como sustituto de materiales tradicionales para la construcción se presenta como un alternativa viable, económica y ambiental; para mejorar los caminos de bajo tránsito, y aprovechar el potencial de estos residuos para su estabilización.

El departamento de Lambayeque, fue elegido para realizar la investigación experimental orientada a una estabilización a nivel de subrasante para suelos arcillosos donde se determinará los efectos de la adición ceniza de bagazo de caña

y lodo de granito, con el fin de mejorar sus particularidades físicas, químicas y mecánicas para obtener un suelo de consistencia firme.

Por un lado, tenemos la ceniza de bagazo de caña de azúcar, un material que resulta de la combustión del bagazo de caña se utiliza para calentar las calderas como combustible; pero no en su totalidad ya que el bagazo representa un 15% del peso de la caña en la que no se abastece para eliminarlo ; y por otro lado tenemos la inclusión del lodo de granito, un residuo que se acumula producto del pulido de materiales de uso comercial del mismo, y que ambos vienen siendo un problema de manera reincidente, ya que generan contaminación a la atmosfera y causan daños respiratorios al ser humano por su crecido contenido de sílice y aluminato.

Con este estudio lo que se busca es determinar los efectos de la adición de cenizas del bagazo de la caña con el lodo recogido de una pulidora de loseta ya que uno de sus componentes es el granito presentándolo como un nuevo agente estabilizador y a la vez aprovechar dichos materiales residuales para utilizarlos en la estabilización de suelos; ya que resulta viable esta propuesta por contar la región Lambayeque con 04 fábricas de losetas y 05 ingenios azucareros.

Ante lo expuesto surge el siguiente **problema de investigación**: ¿Cuál es el efecto de la adición de ceniza de bagazo de caña y lodo de granito en diferentes porcentajes para estabilizar suelos arcillosos en el departamento de Lambayeque?

Para lo cual se plantea como **hipótesis** que la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y lodo de granito influye directamente en la estabilización de suelos arcillosos para mejorar la subrasante en el departamento de Lambayeque.

La **justificación** de esta investigación experimental, es que busca estabilizar un suelo arcilloso con sus proporciones optimas utilizando la ceniza de bagazo de caña de azúcar y lodo de granito, este último material no investigado en la estabilización de suelos, pero si en adiciones al concreto para mejorar su resistencia. El empleo de ceniza de bagazo de caña de azúcar para la sub- rasante de un suelo arcilloso de mediana a baja plasticidad tiende a mejorar el CBR siempre y cuando se

adicionen porcentajes de cemento o cal; con la inclusión del lodo de granito producto del pulido de la loseta, un material que se encuentra suspendido en el aire y también se va acumulando en una poza en forma de barro ya que en el proceso de pulido se esparce agua, y contiene un alto contenido de sílice, aluminato y además hidrato de cal; se evaluará los efectos de estos dos materiales en diferentes proporciones para determinar la proporción óptima y más factible para la estabilización y así tener una nueva alternativa sin el uso de materiales costosos como el cemento o cal.

La zona de estudio en el departamento de Lambayeque, fue seleccionada por presentar problemas de inestabilidad de suelos, cabe resalta que a nivel regional se cuenta con 05 ingenios azucareros y 04 fábricas de losetas, lo que podría ser una alternativa viable para su uso en la zona ya que se evitara de un movimiento de tierras y la aplicación de materiales contaminantes y costosos.

El **objetivo general** de esta investigación es determinar los efectos de la adición de las cenizas de bagazo de caña de azúcar y lodo de granito respecto al suelo seco en la estabilización de suelos arcillosos a nivel de sub- rasante en el departamento de Lambayeque.

Para cumplir este objetivo, se plantea los siguientes **objetivos específicos**:

Primero determinar las características físicas del suelo (contenido de humedad, granulometría, límites de atterberg y peso específico) según los parámetros normados SUCS y AASHTO, y tercero determinar las características químicas del suelo y los estabilizadores mediante el ensayo de Fluorescencia de rayos x segundo comparar las características mecánicas del suelo patrón respecto al suelo compuesto (Proctor modificado, ensayo de CBR y ensayo compresión no confinada) en el departamento de Lambayeque.

II MARCO TEÓRICO

La inquietud por realizar dicha investigación, indujo a recopilar información basada en estabilización de suelos arcillosos, proporciones óptimas de cenizas de bagazo de caña de azúcar, empleo del lodo de granito para estabilizar suelos y composiciones químicas de los estabilizantes; resultando material productivo los siguientes antecedentes:

Según Landa y Torres (2019), en su trabajo de investigación titulado: **Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal**, se hizo una investigación de tipo experimental realizando ensayos con porcentajes de estabilizador en 5%, 15% y 25% con cuatro combinaciones, donde se concluye lo siguiente:

“Se logro un máximo valor del CBR en la adición del 25% de estabilizador combinando 75% de cal y 25% de ceniza de 8.7%, lo que no resulta apropiado por el exceso de cal desde un enfoque económico” (p. 22).

También Terrones (2018), en su tesis titulada: **Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña de azúcar para el mejoramiento de la sub rasante en el sector Barraza, Trujillo** resulto que:

“Se determino las propiedades químicas del suelo arcilloso, que según la clasificación AASHTO resulto del tipo A-6(7), el cual contiene un 40.54% de sílice, 15.7% de aluminio y 7.13% de hierro” (p. 143).

Según García (2015), en su Tesis Doctoral: **Reciclado de lodos de pizarra y granito para la fabricación de cerámicos tradicionales de interés en el sector de los materiales de construcción**, Siendo una investigación tipo experimental, se afirma que:

“Los compuestos con más porcentaje de acuerdo al análisis químico del lodo de granito es la sílice, aluminio y el hierro en el orden respectivo. Pudiendo ser usados para la realización de ladrillos, pavimentos y cerámicos” (p. 193).

También, el Centro de experimentación de obras públicas (2015); en su informe técnico titulado: **Lodos procedentes del corte y tratamiento de la piedra ornamental**, indica lo siguiente:

Los residuos de granito contienen un abrasivo denominado granalla debido al proceso de aserrado ya que su uso evita que se genere polvo, pero este abrasivo en contacto con el aire produce oxidación, y se denomina costras de oxidación. si esta reacción se da en el interior de la capa de suelo, mejora su resistencia y se vuelve impermeable incrementando la cohesión (p. 12).

Finalmente, la revista Engineering, Technology & Applied Science Research (2019); en su artículo titulado **Efecto del polvo para baldosas utilizado como material cementante sobre las propiedades mecánicas del hormigón**, nos indica lo siguiente:

Este residuo se recogió en forma de lodo y después de secar, triturar a mano y tamizar se puede utilizar como reemplazo de cemento en hormigón, según los resultados obtenidos se observó que la trabajabilidad del concreto fresco aumentó con el aumento en los porcentajes de polvo de baldosas. La resistencia a la compresión del hormigón mejoró en un 7.50% con 10% de polvo de baldosas y disminuyó en 12,60% a 40% de polvo de baldosas utilizado como sustituto del cemento (p. 3).

Es importante tener claro los conceptos y enfoques referidos al proyecto de investigación para su entendimiento, por lo tanto, se demarcará las siguientes **teorías o temas**:

El termino **suelo**, según Braja (2015) lo define como “material no cementado, que contiene minerales y compuestos orgánicos que se encuentra combinado, pero no compactado, haciéndose evidente la presencia vacíos” (p. 01).

También nos dice Cubas y Falen (2016); “determinando la deformación y expansión del suelo estamos conociendo totalmente al suelo a evaluar, para luego adoptar una estabilización” (p. 54). El suelo puede ser cohesivo o granular y se diferencian en relación a su adherencia con las partículas que pueden ser pequeñas como la arcilla o gruesas como la arena o grava.

Por existir gran variedad de suelos, se crean dos sistemas de clasificación que son el Sistema **AASHTO**, cuyos suelos suelen ser limos o arcillas en estos dos grupos de clasificación, el primer grupo conformado por A-1, A-2 y A-3, son partículas granulares donde menos del 35% pasa la malla N° 200; por el contrario, el segundo

grupo conformado por A-4, A-5, A-6, A-7, más del 35% pasa la malla N° 200; y el Sistema **SUCS** cuyos suelos suelen ser finos o gruesos y se observa al momento de manipular el tamiz N°200; es decir, es fino si pasa más del 50% de dicho tamiz y es grueso si se queda retenido más del 50%. En los suelos gruesos encontramos gravas y arenas separadas por el tamiz N°4, y en los suelos finos encontramos limos y arcillas orgánicas e inorgánicas que tienen su símbolo y como factor determinante el límite líquido.

La **arcilla**, es un componente de la tierra que cuando esta húmeda tiene cierta plasticidad, además contiene feldespato que se crea de la descomposición de rocas. El **suelo arcilloso** es considerado un coloide por los diferentes compuestos que contiene; de acuerdo a su granulometría mide 0.002 milímetros a menos.

Para el artículo de revista Advances in Materials Science and Engineering (2020):

El mecanismo de modificación de la arcilla mediante estabilizadores ricos en calcio implica la disociación de un mayor contenido de calcio en iones de calcio que reaccionan tanto con la sílice como con la alúmina, lo que lleva a las reacciones de intercambio iónico, floculación y puzolánica (p. 2).

Para Khurana (2015); “Los suelos arcillosos son suelos altamente plásticos que típicamente contienen minerales arcillosos como la montmorillonita que atrae y absorbe el agua” (p. 2).

Según la revista The Civil Engineering Journal (2016); “el uso de suelos lateríticos con alto contenido de arcilla plástica da como resultado grietas y daños en el pavimento, carreteras, cimientos o cualquier construcción” (p. 3).

La **subrasante**, es el cimiento o fundación de la estructura de pavimento ya que debe aguantar las cargas que trasmite esta y darle sustentación. La profundidad de esta capa hace que no se vea afectada las cargas generadas por el tránsito vehicular. “la calidad de la subrasante es un factor determinante para determinar el espesor del pavimento, para ello debe estar libre de materiales expansivos.” (García Toro, 2019 p. 26).

Una subrasante inadecuada o pobre, es un cuando a una profundidad no menor a 60 centímetros el CBR \leq 6%; por lo tanto, se debe reemplazar el suelo según sea el tipo y optar por la mejor alternativa.

Según Castro y otros (2020), “las losas de un pavimento rígido se apoyarán sobre la subrasante, siempre y cuando sea esta de buena calidad y se presente un tránsito ligero, de lo contrario se colocará una sub base o será estabilizado con cemento portland” (p. 645).

La **estabilización de suelos**, es sinónimo de mejoramiento físico del suelo, aplicando técnicas mecánicas y añadiendo productos químicos, naturales o sintetizados. Arora (2004), sostiene que:

La estabilización del suelo ayuda a fomentar el uso de suelos débiles y reducir el proceso antieconómico de reemplazo débil del suelo. Aparte de trabajar en la interacción de la masa del suelo, la alteración química del material del suelo también es el foco de este proceso. A veces, la estabilización del suelo se utiliza para calles urbanas y suburbanas para que absorban mejor el ruido (p. 390).

Según Akbar (2017) acerca de la estabilización de suelos, “Las mejoras incluyen el aumento del peso unitario en seco, capacidades de rodamiento, cambios de volumen, el rendimiento in situ de subsuelos, arenas y otros materiales de desecho con el fin de fortalecer las superficies de las carreteras” (p. 2).

Entre los tipos de estabilización, tenemos la **estabilización química**, que según Palomino (2016), “provoca el reemplazo de iones metálicos y alteraciones del suelo que se dan en el proceso de la aplicación de sustancias químicas concedidas” (p. 24).

La **estabilización mecánica** que es sinónimo de compactación, ya que se utiliza este proceso para mejorar las particularidades del suelo, siendo un factor determinante la plasticidad y granulometría. Según Cañar (2017), “la mejora de la estabilización mecánica del suelo con respecto a sus propiedades estas no se modifican químicamente” (p. 12).

Entre otras estabilizaciones tenemos la estabilización con cal, según Apolinario y Delgado (2019), “se hace con el fin de mejorar las propiedades del suelo para elevar su capacidad de aguante al esfuerzo de corte y los cambios de volumen debido a las condiciones climáticas” (p. 28).

Para determinar las **características físicas del suelo** patrón se realiza los siguientes ensayos:

- El ensayo de contenido de humedad del suelo patrón, es decir la cantidad de agua que contiene el suelo, este es un indicador del comportamiento y su resistencia.
- El ensayo granulométrico, que se caracteriza por sus 13 tamices desde 3” a N°200, que sirven para cuantificar el suelo según su tamaño distribuido.
- El ensayo límite líquido y límite plástico, el cual un suelo es plástico cuando sufre deformaciones sin quebrarse ni producirse grietas y se mide mediante la tabla 1. Este ensayo se centra en dos estados de consistencia cuando un suelo seco se convierte en un suelo fluido por mezclarse con agua; primero es el límite líquido la cual se mezcla la muestra con agua para ser colocada en la copa Casagrande haciendo un surco que la divide en dos y propiciar su caída para así determinar el contenido de humedad de acuerdo al número de golpes. Segundo es el límite plástico que surge del límite líquido ya que se utiliza una porción de esa muestra, que es combinada con suelo seco y enrollada para determinar su contenido de humedad cuando esta se agrieta.

Según el MTC (2014), “la plasticidad (IP) de una arcilla se encuentra en los rangos de 0, 7 y 20 con grados de plasticidad baja, media y alta” (p. 36). También nos permite calcular el índice de grupo el cual nos determina el estado en que se encuentra la subrasante, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. *Clasificación de suelos según Índice de Grupo (IG).*

SUBRASANTE				
Inadecuado	Insuficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno
$IG > 9$	$4 < IG \leq 9$	$2 < IG \leq 4$	$1 < IG \leq 2$	$0 < IG \leq 1$

Fuente: (Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos , 2014 p. 37).

- El ensayo de peso específico de los sólidos que nos determina el tipo de suelo según Braja (2015); “la mayoría de los minerales tiene un peso específico que se encuentra en un rango general de 2.6 a 2.9” (p. 33). Clasifica según el peso específico el tipo de suelo como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. *Gravedad específica según el tipo de suelo.*

TIPO DE SUELO	Gs
Ceniza Volcánicas	2.20- 2.50
Suelos orgánicos	2.50- 2.65
Arenas y gravas	2.65- 2.67
Limos	2.67- 2.72
Arcillas poco Plásticas	2.72- 2.78
Arcillas Plásticas	2.78- 2.84
Arcillas expansivas	2.84- 2.88

Fuente: Braja M. Das (2015).

También para determinar las **características químicas del suelo** patrón y suelo compuesto se realiza los siguientes ensayos:

- El ensayo fluorescencia de rayos x (FRX), Este ensayo nos permite conocer la composición química del material a ser colocado en el espectrómetro de FRX al material una radiación el cual medirá cualitativamente, a partir de la radiación de fluorescencia de rayos x y cuantitativamente, a partir del número de rayos x y la longitud de onda. Según la revista MOMENTO (2014); “este ensayo aplicado a cenizas de bagazo que tiene características amorfas es decir presenta actividad puzolánica, se destacó la presencia de cuarzo y cristobalita; este último está en función de la temperatura de quemado de la ceniza” (p. 4). También según la revista ALCONPAT (2018); “la ceniza está constituida fundamentalmente por tridimita, cianita, óxido de potasio, óxido de hierro, óxido de silicio y oxido de aluminio que se encuentra en forma de compuestos cristalinos” (p. 6).

Realizando estos ensayos químicos mencionados, conoceremos la caracterización química del suelo o de cualquier material; cabe mencionar que, para un suelo arcilloso según la Revista ION (2017), “están compuestos por aluminosilicatos hidratados con otras impurezas como hierro, potasio, sodio, calcio y titanio” (p. 2).

Finalmente, para determinar las **características mecánicas del suelo** patrón y suelo compuesto se realiza los siguientes ensayos:

- El ensayo Proctor modificado, nos permitirá saber la cantidad optima de agua de un suelo que permite que se compacte mejor para una energía dada. La compactación es un indicador de la resistencia de un suelo, ya que si desaparecen

los espacios vacíos en un suelo se obtendrán buenos resultados y se tendrá un suelo más denso.

- El Ensayo Compresión simple no confinada, nos permitirá realizar el diagrama esfuerzo- deformación determinando si mi material es frágil (arcillas duras) o plástico (arcillas blandas), ya que se puede medir la carga cuando el suelo este comprimido y falla.

Tabla 3. *Clasificación de las arcillas según su resistencia.*

Consistencia	Muy Blanda	Blanda	Medio Firme	Firme	Muy firme	Dura
Resistencia a la compresión simple (Kpa)	<25	25-50	50-100	100-200	200-400	>400

Fuente: (Gonzales de Vallejo, et al., 2002 p. 89)

- El ensayo CBR, nos permitirá hallar la resistencia al corte del suelo, teniendo en cuenta el ensayo de Proctor modificado ya que se necesitará saber los valores del optimo contenido de humedad y la máxima densidad seca.

- El ensayo de expansión, cuyo factor a determinar es la expansividad, que se relaciona con la arcilla ya que esta produce los aumentos de volumen cuando absorbe agua. Según Gonzales y otros (2002), “la expansividad tiene cuatro grados desde baja, media, alta y muy alta en rangos de 1%, 4%, 10% y más de 10% respectivamente” (p. 109)

El **Bagazo de caña de azúcar (BCA)**, según el INEI (2020), indica que “la producción de caña de azúcar en la región Lambayeque alcanzo 159 mil 80 toneladas en el mes de julio y que depende de las condiciones climáticas” (p. 15).

El artículo publicado por la revista Journal of Engineering Research & Technology (2014) nos dice que, “El bagazo es el residuo fibroso celular después que se extrae el jugo de la caña de los ingenios azucareros” (p. 266).

Para Tejada, y otros (2014); “el concepto de ceniza se refiere al residuo inorgánico que se obtiene al incinerar el compuesto orgánico a un producto cualquiera” (p. 10)

La **Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA)**, es uno de esos residuos sólidos que se produce en la industria azucarera, por la quema de restos de bagazo tras la

extracción del jugo de caña, por lo general, se quema a unos 500 ° C en condiciones controladas para lograr el máximo valor calorífico. La ceniza de bagazo producida durante la quema de bagazo de caña de azúcar proviene de dos fuentes. Una es la ceniza de fondo que se deposita en el fondo de las calderas recogidas directamente, mientras que la segunda es la ceniza volante que se obtiene del lavado de los gases de la chimenea. Los residuos del proceso de combustión en forma de cenizas ascienden aproximadamente al 20% en peso de bagazo.

La influencia de quemado del bagazo según Terrones Cruz (2018), “a una temperatura entre 400-500°C se forma carbón residual y óxidos y se pierde un porcentaje de masa” (p. 56)

Lujerio (2018), nos dice que:

“cuando el bagazo de caña es quemado de manera conveniente se producen propiedades puzolánicas, que para su óptimo desempeño depende del factor temperatura para su alto contenido de sílices y alúminas no obstante esta característica no posee propiedades cementantes por sí sola, pero si con el agua ya que se produce una reacción química para formar compuestos” (p. 19).

Las propiedades químicas del bagazo de la caña de azúcar (CBC) dependen de la procedencia del tipo de caña para lo que es necesario determinar la composición química en óxidos de la CBC, con el fin de saber si cumple con los criterios normalizados por la ASTM C618, la cual debe sumar más del 70% los óxidos principales como el SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ para considerarse clase F y más del 50% para ser clase C; y así determinar el tipo de puzolana según su clasificación con respecto a la pérdida por ignición.

La composición química de la ceniza de bagazo realizado por Salahudeen y Ochepe (2015), dieron como resultado lo que se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. *Contenido de Óxidos en la ceniza de bagazo.*

SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	CaO	MgO	K ₂ O
57.95	8.23	3.96	4.52	4.47	2.41

Fuente: ("Efecto de la ceniza de bagazo sobre algunas propiedades de ingeniería del suelo laterítico", 2015 p. 471)

Según el análisis mineralógico realizado por James y otros (2017), “se puede ver que el cuarzo, cristobalita y calcita son los minerales primarios presentes en la ceniza de bagazo entre otros de menor porcentaje” (p. 3).

El **granito** tiene una composición acida, que se forma a través del tiempo en condiciones como la presión del magma produciendo sílice en el proceso de solidificación. Se clasifican para determinar los tipos de rocas ígneas, y es el diagrama de streckeisen, donde encontramos los diferentes tipos de granitos entre las más importantes a los granitos, granodioritas, tonalitas, monzonitas, dioritas y gabros. “También que consta de cuarzo (20-40%), feldespato potásico de ortoclasa (40-70%) y mica moscovita y biotita (5-20%); debido al alto contenido de ortoclasa, el color del granito es principalmente gris, gris azulado, rojo oscuro” (Granite Dust is the Possible Component of the Dry Construction Mixtures, 2017 p. 1).

De acuerdo al Ministerio de Fomento de España (2015), nos dice que “según estudios realizados no se deben usar cualquier tipo de aditivo que pueda modificar la composición química del elemento en los procesos de extracción, corte o acabado porque hará variar su carácter inerte” (p. 5). También la Fundación para prevención de Riesgos Laborales (2014), “identifica las principales fuentes de emisión de polvo en las siguientes operaciones: Desmonte, Corte de torta, Vuelco de la torta, Fragmentación de la torta en bloques de tamaño comercial” (p. 18).

El **lodo de granito** se presenta de diferentes tamaños, por tal razón se le atribuyen nombres de polvo o lodo, pero tiene la misma composición química en donde se encuentran porcentajes de hidrato de cal ya que se usa en el desarrollo de corte. Además, su componente principal es el óxido de silicio y óxido de aluminio entre 60% y 10% respectivamente.

Tabla 5. *Contenido de Óxidos en el lodo de granito.*

SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO ₃	CaO	MgO	K ₂ O
61.2	12.3	12.314	6.6	0.9	7.5

Fuente: (Ministerio de Fomento, 2015 p. 8)

Para Medina y otros (2019); “La sustitución parcial del cemento por polvo de granito. reduce el riesgo de agrietamiento a temprana edad que podría comprometer su durabilidad y acortar su vida útil” (p. 11).

III METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación:

Para Lozada (2014), “el tipo de investigación es **aplicada**, ya que la investigación se va a centrar en dar solución a un problema específico; este tipo surge cuando ya se ha realizado una investigación básica” (p. 2).

Diseño de Investigación:

El diseño de la investigación es **experimental**, ya que se va a manipular dos variables experimentales no comprobadas bajo factores estrictamente controlados, determinando la relación causa- efecto de un fenómeno físico. Para Arias (2016), “La investigación experimental se encargará de ver los efectos que se producen cuando se somete a un objeto o grupo de individuos a factores de condición, estímulo o tratamiento” (p. 34).

Tabla 6. *Diseño de la investigación experimental.*

Grupo	Incorporación	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
Grupo de control	suelo patrón 1 (Lambayeque)	Ensayos de laboratorio: - Granulometría - Contenido de humedad	-	Ensayos de laboratorio: - Proctor modificado - Compresión no confinada. - CBR y expansión. -FRX (fluorescencia de rayos x)
	suelo patrón 2 (Ferreñafe)	- Limite líquido y plástico - Peso específico		
Grupo experimental	suelo compuesto	-	Adición de ceniza de bagazo de caña y lodo de granito	- Proctor modificado - Compresión no confinada - CBR y expansión. -FRX (fluorescencia de rayos x) - Análisis térmico diferencial (ATD).

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. Variables y operacionalización.

Variables:

V.I: Ceniza de bagazo de caña (CBC) y lodo de granito (LG)

V.D: Estabilización de suelos arcillosos.

Operacionalización:

Dimensiones e indicadores de las V.I:

- Porcentaje del 15% y 25% de ceniza de bagazo de caña y lodo de granito para los suelos patrón; usando cuatro combinaciones:
 - (CASO1) CBC.
 - (CASO2) 1/2CBC + 1/2LG.
 - (CASO3) 3/4CBC + 1/4LG.
 - (CASO4) LG.
- Composición química y contenido porcentual de óxidos existentes en la combinación de ceniza de bagazo de caña y el lodo de granito.

Dimensiones e indicadores de la V.D:

- Tipo de suelo en la investigación mediante el ensayo de contenido de humedad, análisis granulométrico por tamizado, límite líquido y plástico y el peso específico.
- Resistencia al corte y su hinchamiento del suelo mediante el ensayo Proctor modificado, CBR y expansión.
- Resistencia a la compresión mediante el ensayo de compresión no confinada.

Para mayor información ver cuadro de operacionalización de variables (anexo 1 y 2) y la matriz de consistencia (anexo 3).

3.3. Población, muestra y muestreo.

Unidad de Estudio.

Muestra de suelo con la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y lodo de granito.

Población.

Pruebas elaboradas en el Laboratorio de Suelos JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.- Trujillo, según la norma MTC E 132 y MTC E 1103.

Tabla 7. Población de ensayos.

ENSAYOS CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA (CBC) Y LODO DE GRANITO(LG)											
PORCENTAJES (%)	0%		15%				25%				PARCIAL
PROPORCIONES	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	
	C-01	C-02	CBC	3/4CBC + 1/4LG	1/2CBC + 1/2LG	LG	CBC	3/4CBC + 1/4LG	1/2CBC + 1/2LG	LG	
ENSAYOS FISICOS											
Contenido de humedad	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Granulometría	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Límites de Atterberg	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Peso Especifico	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
ENSAYOS MECANICOS											
Proctor Modificado	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
Compresión simple	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
CBR y Expansión	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	18
ENSAYOS QUIMICOS											
Fluorescencia de rayos X (FRX)	1			-	1	-		-	-	-	2
Análisis térmico diferencial (ATD)					1						1
TOTAL DE ENSAYOS											71

Elaboración propia.

Muestra.

En el desarrollo del proyecto de investigación, para determinar el porcentaje adecuado de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y lodo de granito (LG) que necesitamos para lograr una real estabilización, se analizó primero las características físicas y mecánicas del suelo patrón con un subtotal de 14 y 6 pruebas respectivamente.

Luego se mezcló a las muestras patrón, porcentajes con ceniza de bagazo de caña y con lodo de granito en cuatro proporciones diferentes, para mejorar las características mecánicas de la subrasante de los suelos arcillosos encontrados con un subtotal de 48 pruebas y las características químicas del suelo patrón y la mezcla de estabilizadores mediante 03 pruebas, resultando un total de 71 pruebas. Para mayor información ver cuadro de Muestra de pruebas (anexo 4).

Muestreo.

En este ítem, se procedió a realizar 02 calicatas en diferentes sectores del departamento de Lambayeque, como en la ciudad de Lambayeque (Urb. San Miguel) y Ferreñafe (Urb. Sta. Valentina), ya que se ha identificado la presencia de suelos arcillosos.

Para su realización se excavaron las calicatas a una altura de 150 cm, la cual de cada calicata se extrajeron dos estratos a una profundidad de 80cm y 150cm respectivamente y fue almacenado en sacos de polipropileno para luego ser llevado al Laboratorio de Suelos JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.- Trujillo. En laboratorio las muestras patrón y compuestas fueron analizadas y caracterizadas mediante diferentes ensayos.

Respecto al material estabilizador, se recolecto la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en la Empresa Azucarera del Norte S.A.C ya que se encuentra a las afueras de la empresa como material de desecho. Respecto al lodo de granito (LG) se recolecto de la Empresa ETEN resistencia y calidad S.A.C, producto del pulido de la loseta en forma de barro.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica a desarrollarse en el proyecto de investigación es la **observación** que se usara para recopilar datos obtenidos en campo y en laboratorio; en campo utilizando como instrumentos **fichas de observación** con las premisas requeridas, como son los problemas viales que afectan en la zona de estudio, y en laboratorio utilizando formatos estándares de cada ensayo para que exista orden y coherencia de la toma de información que se realiza al visualizar cada ensayo y así tener registro de todos trabajando de manera sistemática. “La observación se considera como una de las técnicas de investigación más importantes e irremplazables con respecto a el contacto directo entre investigador- zona de estudio” (Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica, 2015).

Respecto al proyecto de investigación, está enfocado en saber el estado actual de la vía y la problemática en su transitabilidad de los pobladores en el departamento de Lambayeque (Anexo N° 5).

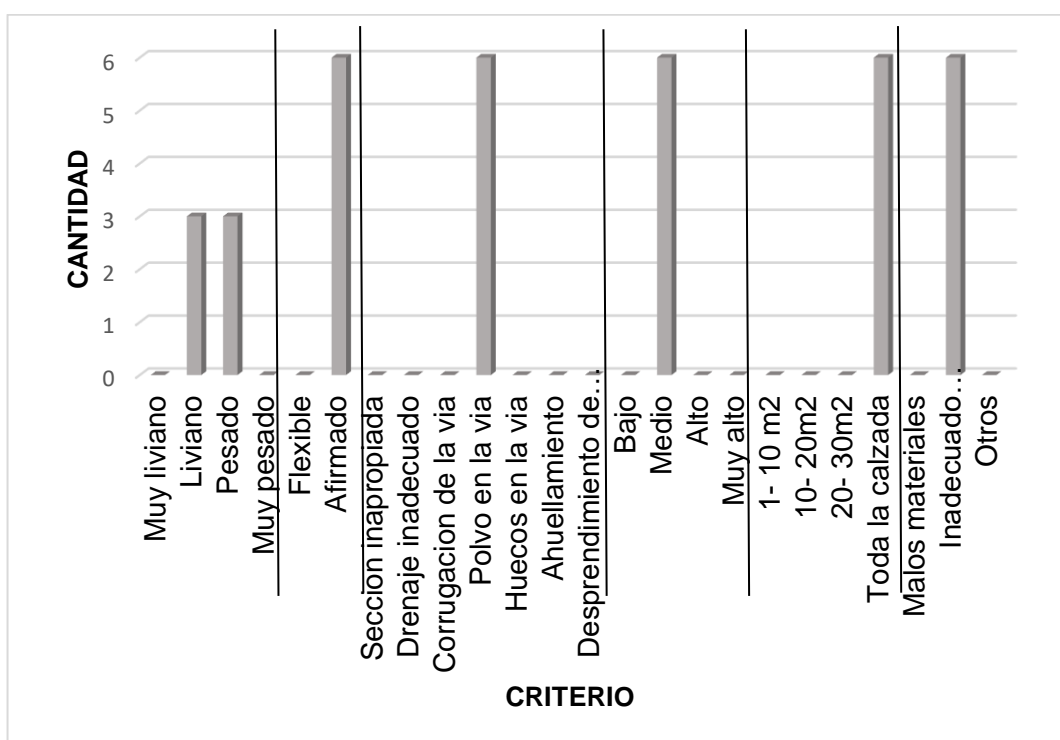


Figura 1. Resumen de las guías de observación.

Fuente: Elaboración propia.

Con ayuda de este grafico de barras se resumió la información de la siguiente manera:

- Es liviano el tipo de tránsito en los caminos vecinales de la Urb. San Miguel (Lambayeque) y es pesado el tipo de tránsito en los caminos vecinales de la Urb. Santa Valentina (Ferrefa).
- El tipo de pavimento de toda la calzada es afirmado.
- La falla más reiterada es polvo en la vía.
- Las zonas de las fallas encontradas son a lo largo de toda la calzada.
- El inadecuado mantenimiento de que se le realiza es el principal factor para que falle la calzada.

Posteriormente, una vez llevada las muestras a laboratorio se hizo uso de formatos estándares, como instrumentos de recolección de datos, como son: formato de contenido de humedad y granulometría (Anexo N° 6.1), formato límites de consistencia (Anexo N° 6.2), formato Peso específico de los sólidos (Anexo N° 6.3), formato Proctor modificado (Anexo N°7), formato CBR y expansión (Anexo N°8), formato compresión no confinada (Anexo N°9), formato para análisis térmico diferencial ATD (Anexo N°10) y el formato para fluorescencia de rayos X FRX (Anexo N°11).

Para Hernández (2014), La validez y confiabilidad se obtiene bajo ciertas premisas llamadas: contenido, criterio y evidencia relacionada; la validez verifica que las variables de los temas y subtemas en la elaboración del proyecto de investigación estén considerados todos los instrumentos para su desarrollo. La validez y confiabilidad en el proyecto de investigación nos da el juicio de expertos y la normatividad establecida en esta área (p. 204).

3.5. Procedimientos.

La presente investigación comprende las siguientes etapas.

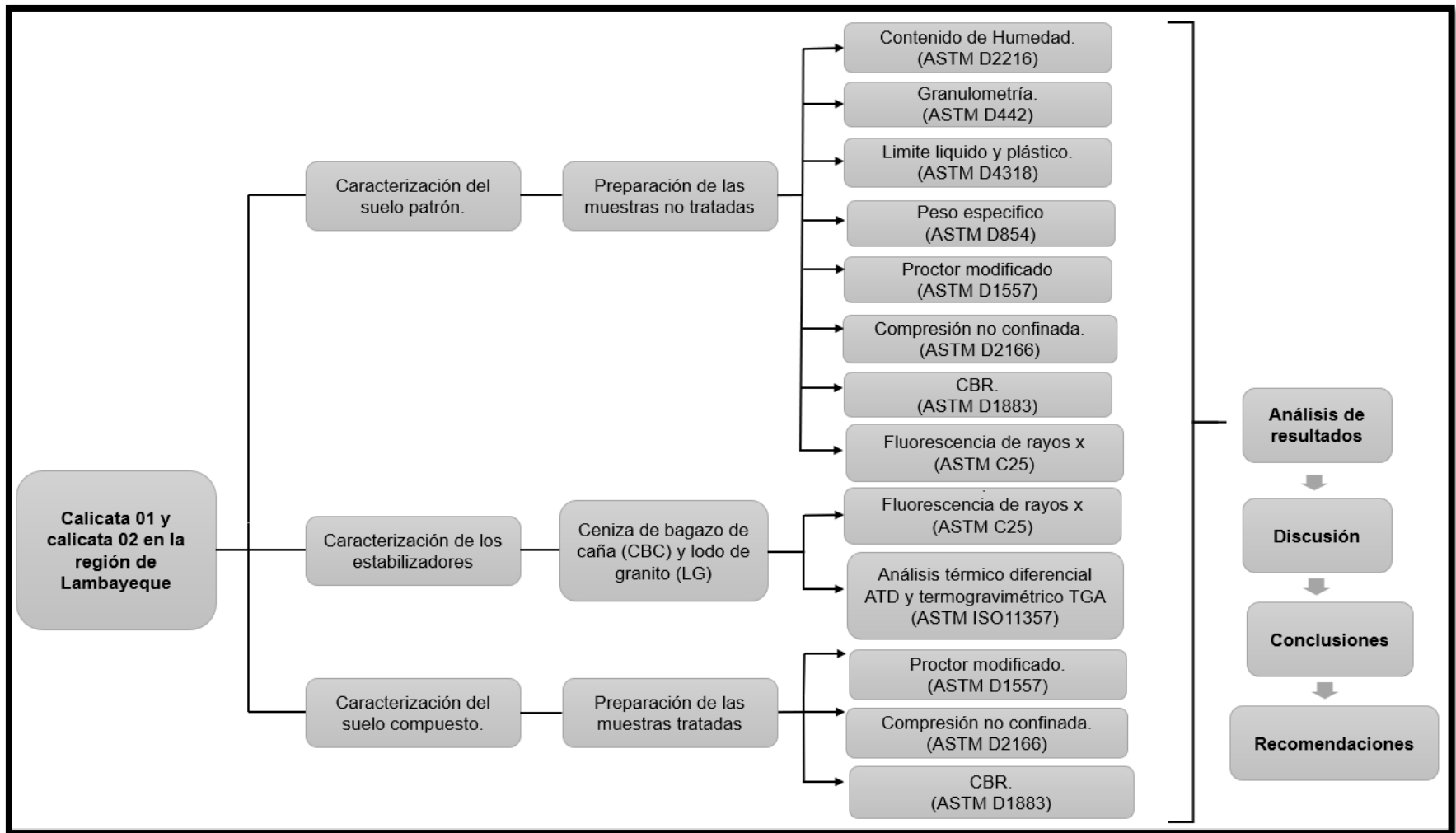


Figura 2. Esquema representativo del procedimiento de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos.

De acuerdo a los resultados obtenidos para una mejor interpretación de los datos, estos fueron procesados mediante la elaboración de tablas, gráficos y diagramas; también haciendo uso de software estadísticos, para determinar el nivel de significancia del proyecto con respecto a la población. Los programas estadísticos usados fueron el Excel 2020 y SPSS para el cálculo de las estadísticas descriptivas como el análisis de la varianza (ANOVA) y la prueba de diferencia mínima significativa -comparaciones múltiples.

- Análisis de la varianza.

El modelo del análisis de varianza (ANOVA), se constituye por la fuente de variación, los grados de libertad, la suma de cuadrados, la media cuadrática, como se muestra en la tabla 8, con sus respectivas formulas y nos lleva a determinar el estadístico F con su nivel de significancia que tiene dos condiciones como resultados. Según Bakieva (2012), afirma que “se rechaza la hipótesis evaluada si el nivel de significancia es menor o igual a 0.05, de lo contrario si es mayor se acepta la hipótesis, es decir no hay diferencia significativa entre los casos.” (p. 4).

Tabla 8. *Tabla de análisis de varianza.*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Estadística F
Tratamientos	k-1	$\sum \sum (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$	$\sum \sum (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 / (k-1)$	$F = \frac{\sum \sum (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 / (k-1)}{\sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})^2 / (N-k)}$
Error	N-k	$\sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})^2$	$\sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})^2 / (N-k)$	
Total	N-1	$\sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$		

Elaboración propia.

Donde:

K: Numero de poblaciones.

N: Numero de observaciones.

Y_{ij} : i-ésima observación del j-ésimo tratamiento.

$\bar{Y}_{.j}$: Media de la muestra del j-ésimo tratamiento.

$\bar{Y}_{..}$: Media de la muestra de todas las observaciones.

- prueba de diferencia mínima significativa -comparaciones múltiples.

A comparación con el análisis de la varianza en la que solo nos establece que una media es diferente a la otra, esta nos especifica que medias son diferentes con el propósito de darle un análisis más completo y una mayor consistencia. Para ello se aplicó el método Scheffé cuya varianza se calcula mediante la siguiente formula:

$$S^2(\hat{L}) = CME \sum_{j=1}^k \frac{c_j^2}{n_j}$$

Donde:

$S^2(\hat{L})$: Varianza

CME : Cuadrados medios

C_j : Constantes

n_j : Tamaño de la muestra.

3.7. Aspectos Éticos.

“El aspecto ético del presente proyecto de investigación se rige en la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV, de la Universidad César Vallejo” (Universidad César Vallejo, 2017).

También en el código de ética profesional del Colegio de Ingenieros del Perú, nos habla de principios y obligaciones que debemos tener como un ingeniero civil, estos principios nos harán personas honestas, imparciales adquiriendo un comportamiento independiente y veraz ya que tenemos la obligación de estar al servicio de la sociedad. Con estos principios integrados en nuestra vida profesional tendremos una mejor administración de recursos, y trato al empleador o clientes con honestidad, justicia, responsabilidad e inclusión social (Colegio de Ingenieros del Peru, 2018).

IV RESULTADOS

Las muestras llevadas a laboratorio a ser analizadas fueron extraídas de la ciudad de Lambayeque y la ciudad de Ferreñafe mediante la realización de calicatas. En la tabla 9 se muestra con más detalle la ubicación de las muestras.

Tabla 9. *Ubicación de las muestras patrón.*

MUESTRA	CALICATA	UTM		UBICACIÓN
		COORD. ESTE	COORD. NORTE	
Muestra 01	C-01	621559.2	9259592.7	Lambayeque
Muestra 02	C-02	633467.4	9266828.8	Ferreñafe

Fuente: Elaboración Propia.

Se encontró la ceniza de bagazo de caña como residuo industrial en grandes proporciones mezclado con arena para lo que se tuvo que tamizar, y el lodo de granito producto del pulido. En la tabla 10 se muestra con más detalle la ubicación de los estabilizadores.

Tabla 10. *Ubicación de los estabilizadores.*

MUESTRA	EMPRESA	UBICACIÓN
Ceniza de bagazo de caña (CBC)	Empresa Azucarera del Norte SAC.	Picsi
Lodo de granito (LG)	ETEN Resistencia y calidad.	Eten

Fuente: Elaboración Propia.

4.1. Características físicas de los suelos patrón.

Se determino las características físicas de los suelos patrón mediante ensayos:

Se determino el **contenido de humedad** porcentual presente en las muestras patrón, producto de dos repeticiones que se obtuvo de pesar las muestras en estado húmedo y seco que se logra cuando se somete al horno, como lo dispone la norma NTP 339.127. Los resultados del contenido de humedad de la Calicata 1 y Calicata 2 fueron 38.17% y 11,59% respectivamente, como se muestra en el anexo N°6.1.

Se representó el **ensayo de granulometría** a través de una gráfica de curva entre la abertura del tamiz y el porcentaje de muestra que pasa en escala logarítmica y aritmética respectivamente, que se muestra en la figura 3.

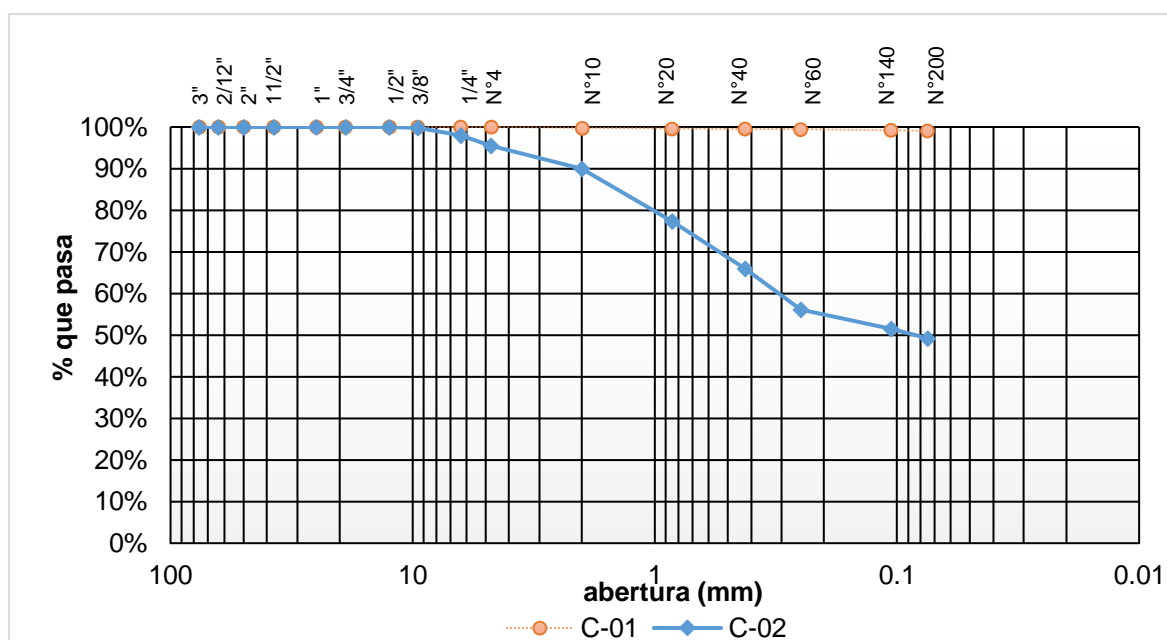


Figura 3. Curva Granulométrica de las muestras de suelo patrón.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron las gradaciones del suelo de acuerdo a los tamices correspondientes, expresado en porcentajes según el tipo de suelo encontrado como lo dispone la norma ASTM D-422, que corresponde al **ensayo de granulometría** donde se resumen los resultados en la tabla 11, identificando el tipo de suelo debido a que este tiene un tamaño estandarizado y se expresó en porcentajes.

Tabla 11. Porcentaje del tipo de suelo encontrado en las muestras patrón.

Muestras patrón	C-01	C-02
Grava 3" Φ $N^{\circ}4$	0.00%	4.50%
Arena <math>N^{\circ}200<\Phi$N^{\circ}4$	0.92%	46.24%
Finos <math>\Phi$N^{\circ}200$	99.08%	49.26%

Fuente: Elaboración Propia.

Del **ensayo de limite líquido (LL)**, **plástico (LP)** e **índice de plasticidad (IP)** como lo dispone la norma NTP 339.129, se obtuvieron los índices plásticos y los índices de grupo de las muestras patrón como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Resultados del ensayo de límites de Atterberg.

Muestras Patrón	C-01	C-02
Índice Plástico (IP)	34.50	8.30
Índice De Grupo (IG)	20.00	2.85

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al MTC (2014), la clasificación del suelo según la plasticidad en la calicata 01 es arcilloso de alta plasticidad mientras la calicata 02 es arcilloso de plasticidad media y su clasificación según el índice de grupo (IG) que se muestra en la tabla 1, es una subrasante inadecuada para la calicata 01 y regular para la calicata 02.

Con los resultados obtenidos anteriormente, se clasifican por el método **SUCS y AASHTO** donde resulta que la calicata 1 se clasifica como un suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) de tipo A-7-6 (13) en el rango de muy malo y la calicata 2 es un suelo arenoso arcilloso (SC) de tipo A-4 (3) en el rango de regular- malo. Este rango se clasifica según el valor del índice de grupo (IG) de acuerdo a la tabla 1 resultando lo que se muestra en la figura 4.

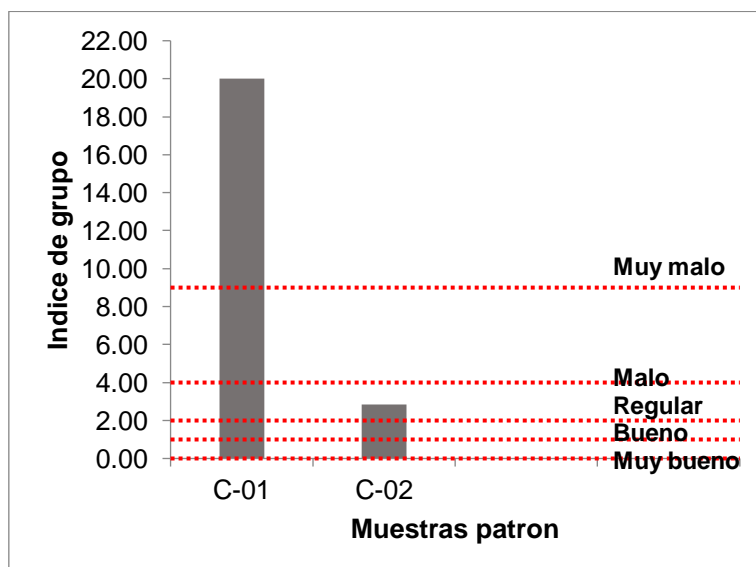


Figura 4. Estado de la subrasante según el índice de grupo.

Fuente: Elaboración propia

Según lo que especifica el MTC (2014), acerca de la plasticidad (IP) de las arcillas estas se clasifican en arcilla de alta plasticidad para la calicata 01 con 34.51 y la calicata 02 una arcilla de mediana plasticidad con 8.26.

Según Serrano y Padilla (2018), en la caracterización física de la arena arcillosa (SC) resulto que tenía una plasticidad del 10%, el LL de 23%” (p. 12). Comparando con los resultados obtenidos se tienen valores aproximados en la calicata 02.

También se determinó el peso específico de las muestras patrón, mediante el **ensayo de peso específico de los sólidos** como lo dispone la norma ASTM C-128; resultando 2.63 y 2.72 para la calicata 01 y 02 respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos y comparándolo con la tabla 2 (clasificación de la gravedad específica según el tipo de suelo), se tiene un tipo de grano orgánico en la muestra patrón 1, esto pudo deberse a que se compacto este suelo con material de relleno orgánico, y un tipo de grano arcilloso poco plástico en la muestra patrón 2.

4.2. Características químicas del suelo patrón y estabilizadores.

Para comprender el comportamiento que producirá, la interacción de un suelo arcilloso con ceniza de bagazo y lodo de granito, es necesario conocer, más allá de sus cualidades físicas, la composición química del suelo y sus estabilizadores.

En ese marco, primero se analizó el suelo patrón que pertenece a un suelo de alta plasticidad (CH), mediante el **ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX)**, cuyos resultados se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Resultados del ensayo FRX de suelo arcilloso de alta plasticidad (CH).

ELEMENTO	COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Sílice (Si)	(Si O ₂)	54.35	Espectrometria de fluorescencia de rayos x
Calcio (Ca)	(Ca O)	1.56	
Aluminio (Al)	(Al ₂ O ₃)	13.45	
Hierro (Fe)	(Fe ₂ O ₃)	9.54	
Potasio (K)	(K ₂ O)	3.22	
Magnesio (Mg)	(Mg O)	1.06	
Fosforo (P)	(P ₂ O ₅)	1.57	
Cobre (Cu)	(CuO)	1.04	
Azufre (S)	(SO ₃)	0.42	
Zinc (Zn)	(ZnO)	0.02	
Manganeso (Mn)	(MnO)	0.07	

Fuente: Elaboración Propia.

También se analizó los estabilizadores es decir la ceniza de bagazo de caña (CBC) y lodo de granito (LG), se realizó en primer lugar el **ensayo Térmico diferencial (ATD) y Termogravimétrico (TGA)** mezclando los estabilizadores en proporciones iguales (1:1) para hallar la máxima temperatura (°C) con la curva como se muestra en el anexo N°10.

El resultado de este ensayo se encuentra en el anexo e indico que el porcentaje de ceniza y lodo de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.22% y la mezcla alcanzo un pico de temperatura máxima de 455°C.

Luego se determinó la composición química y la cantidad porcentual que contiene cada oxido, mediante el **ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX)**, aplicado a los estabilizadores en proporción 1:1, como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Resultados del ensayo FRX de los estabilizadores proporción 1:1

ELEMENTO	COMPOSICIÓN QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
Sílice (Si)	(Si O ₂)	61.45	Espectrometria de fluorescencia de rayos X
Calcio (Ca)	(Ca O)	4.89	
Aluminio (Al)	(Al ₂ O ₃)	7.88	
Hierro (Fe)	(Fe ₂ O ₃)	5.69	
Potasio (K)	(K ₂ O)	4.02	
Magnesio (Mg)	(Mg O)	2.44	
Fosforo (P)	(P ₂ O ₅)	1.04	
Cobre (Cu)	(CuO)	0.66	
Azufre (S)	(SO ₃)	0.31	
Zinc (Zn)	(ZnO)	0.01	
Manganeso (Mn)	(MnO)	0.08	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3. Características mecánicas de los suelos patrón respecto compuesto.

Se refiere a las características mecánicas de los suelos patrón con el 15% y 25% de ceniza de bagazo de caña (CBC) y lodo de granito (LG) usando cuatro proporciones diferentes para cada caso.

Se realizó primeramente el **ensayo de Proctor modificado** que consta de cuatro repeticiones a la muestra, con el fin de calcular la densidad seca del suelo, el contenido de humedad y así dibujar la curva de compactación para hallar la máxima

densidad seca y el óptimo contenido de humedad aplicando el método c (56 golpes), como dispone la norma NTP 339.141.

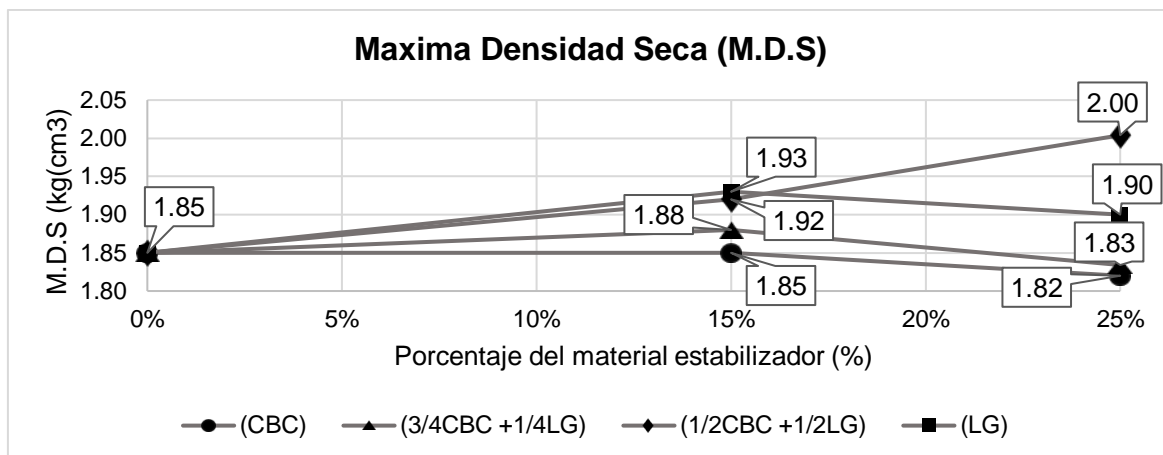


Figura 5. Gráfico comparativo de la M.D.S entre el suelo patrón 1 y compuesto.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se muestra las líneas de variación de la M.D.S obtenidos de cada combinación, el cual la máxima densidad seca es 2.00 kg/cm³ cuando se adiciona el 25% del material estabilizador con la proporción de 1/2CBC+1/2LG en un suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) perteneciente a la calicata 01 (C-01).

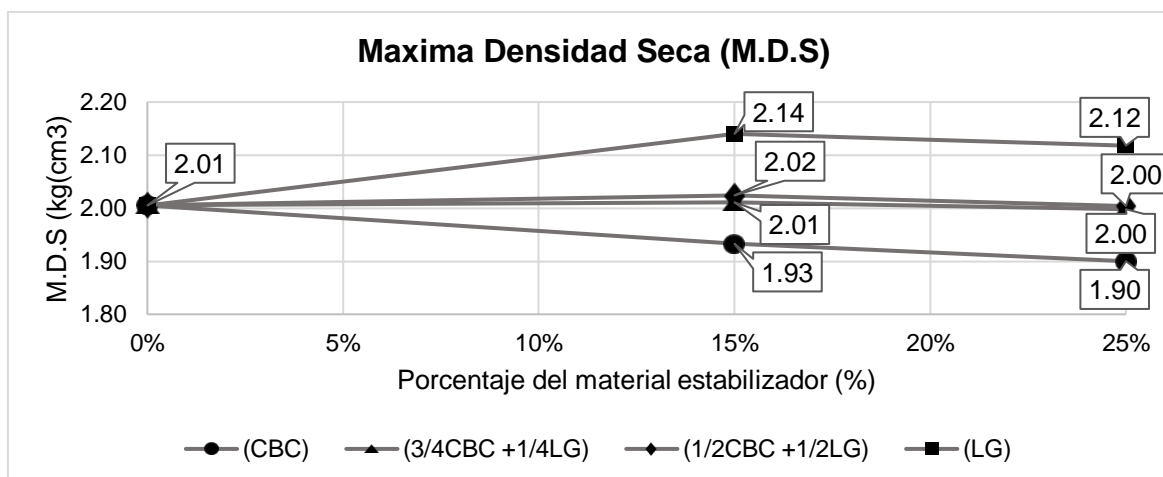


Figura 6. Gráfico comparativo de la M.D.S entre el suelo patrón 2 y compuesto.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6 se muestra las líneas de variación de la M.D.S obtenidos de cada combinación, el cual la máxima densidad seca es 2.14 kg/cm³ cuando se adiciona el 15% de lodo de granito en un suelo arenoso arcilloso (SC) perteneciente a la calicata 02 (C-02).

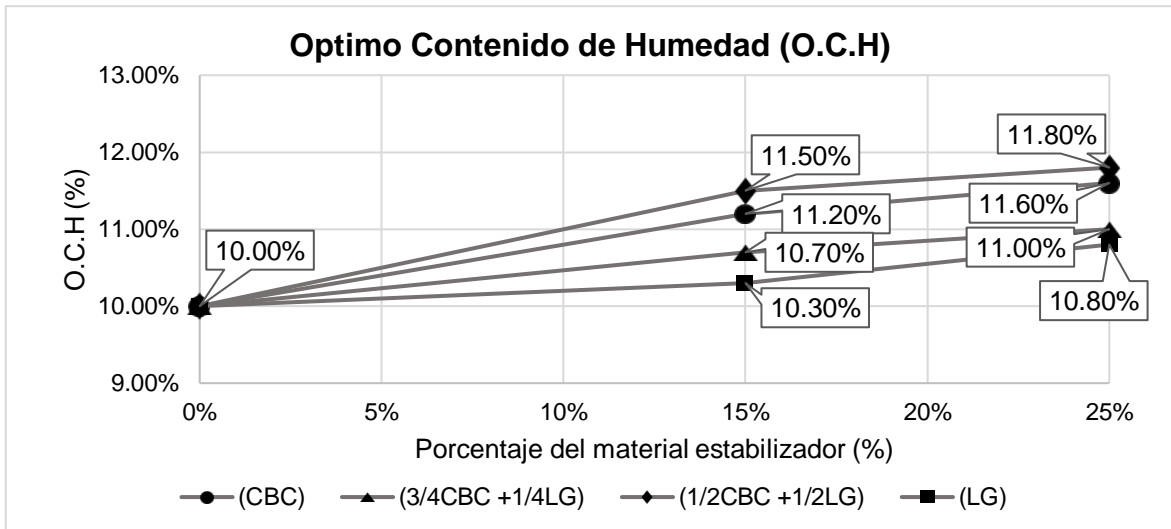


Figura 7. Gráfico comparativo de la M.D.S entre el suelo patrón 1 y compuesto.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7, se muestra las líneas de variación del O.C.H de cada combinación con un crecimiento de agua a medida que se aumenta los porcentajes de material estabilizador y en particular cuando se adiciona 1/2CBC+1/2LG con 11.80% respecto al suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) perteneciente a la calicata 01 (C-01).

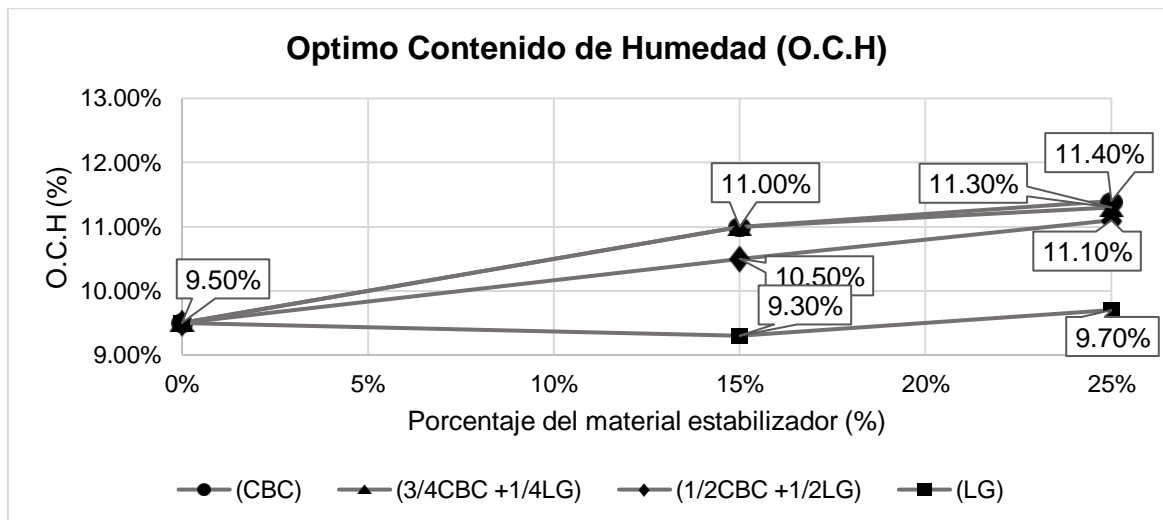


Figura 8. Gráfico comparativo de la M.D.S entre el suelo patrón 2 y compuesto.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, se muestra las líneas de variación del O.C.H de cada combinación que tienen el mismo comportamiento que la C-01 con excepción de un caso que tiende a decrecer el agua a medida que se aumenta los porcentajes de material

estabilizador y en particular cuando se adiciona solo LG con 9.30% respecto al suelo arcilloso arenoso arcilloso (SC) perteneciente a la calicata 02 (C-02). Es importante el contenido de agua y aire que presenta un suelo, para saber su comportamiento de la estabilidad mecánica.

Luego realizó el **ensayo de CBR**, para hallar la resistencia al corte del suelo, cuyos valores para el experimento se tomaron al 95% de la máxima densidad seca y bajo los niveles pre establecidos de penetración de 0.1" como lo dispone la norma NTP 339.145.

En la tabla 15, se resume el ensayo de CBR del suelo patrón 1 y sus adiciones experimentales del 15% y 25%.

Tabla 15. *Resultados del CBR del suelo patrón 1 y compuesto.*

CASO	Material estabilizador (%)	(CBC)	(3/4CBC +1/4LG)	(1/2CBC +1/2LG)	(LG)
C-01	0%	5.52%	5.52%	5.52%	5.52%
01	15%	5.56%	6.00%	7.25%	7.80%
02	25%	5.40%	5.65%	7.10%	7.45%

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 16, se resume el ensayo de CBR del suelo patrón 2 y sus adiciones experimentales del 15% y 25%.

Tabla 16. *Resultados del CBR del suelo patrón 2 y compuesto.*

CASO	Material estabilizador (%)	(CBC)	(3/4CBC +1/4LG)	(1/2CBC +1/2LG)	(LG)
C-02	0%	8.82%	8.82%	8.82%	8.82%
01	15%	7.28%	8.80%	9.45%	10.10%
02	25%	6.65%	8.60%	9.02%	8.90%

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 9 se muestra las líneas de variación del CBR obtenidos de cada combinación, el cual el máximo valor del CBR es 7.80% cuando se adiciona el 15% de lodo de granito en un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) perteneciente a la calicata 01 (C-01).

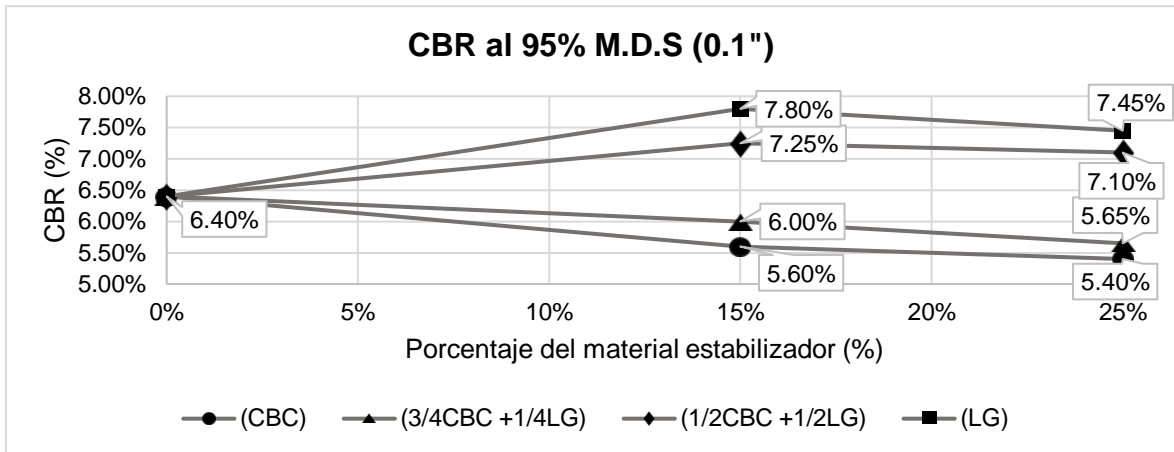


Figura 9. Gráfico comparativo de CBR al 95% de la M.D.S entre el suelo patrón 1 y compuesto.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10, se muestra un gráfico que compara los resultados del CBR obtenidos por la tabla 9, el cual el máximo valor del CBR es 10.10% cuando se adiciona el 15% de lodo de granito en un suelo arenoso arcilloso (SC) perteneciente a la calicata 02 (C-02).

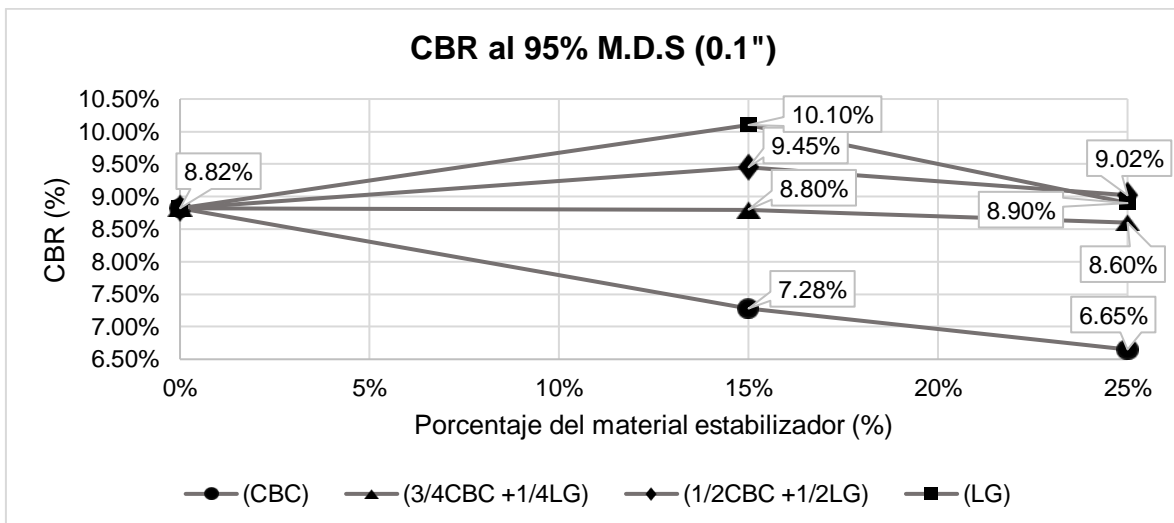


Figura 10. Gráfico comparativo de CBR al 95% de la M.D.S entre el suelo patrón 2 y compuesto.

Fuente: Elaboración propia.

Después de determino el hinchamiento del suelo, mediante el **ensayo de expansión** que está en función a la lectura tomada con el deformímetro del anillo indeformable, durante 96 horas. La expansión del suelo no solo se refiere al cambio

volumétrico del suelo al ser modificado, sino también a la variación de volumen cuando se evacua el contenido de agua del suelo.

En la tabla 15, se resume el ensayo de expansión del suelo patrón 1 y sus adiciones experimentales del 15% y 25%.

Tabla 17. *Resultados de la expansión del suelo patrón 1 y compuesto.*

CASO	Material estabilizador (%)	(CBC)	(3/4CBC +1/4LG)	(1/2CBC +1/2LG)	(LG)
C-01	0%	5.07%	5.07%	5.07%	5.07%
01	15%	6.01%	5.90%	5.48%	5.39%
02	25%	6.46%	6.02%	6.32%	5.56%

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 16, se resume el ensayo de expansión del suelo patrón 1 y sus adiciones experimentales del 15% y 25%.

Tabla 18. *Resultados de la expansión del suelo patrón 2 y compuesto.*

CASO	Material estabilizador (%)	(CBC)	(3/4CBC +1/4LG)	(1/2CBC +1/2LG)	(LG)
C-02	0%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
01	15%	5.38%	4.06%	4.00%	3.90%
02	25%	5.15%	4.13%	4.28%	3.90%

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 11 se muestra las líneas de variación de la expansión obtenidos de cada combinación, el cual el mínimo valor de la expansión es 5.39% cuando se adiciona el 15% de lodo de granito en un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) perteneciente a la calicata 01 (C-01).

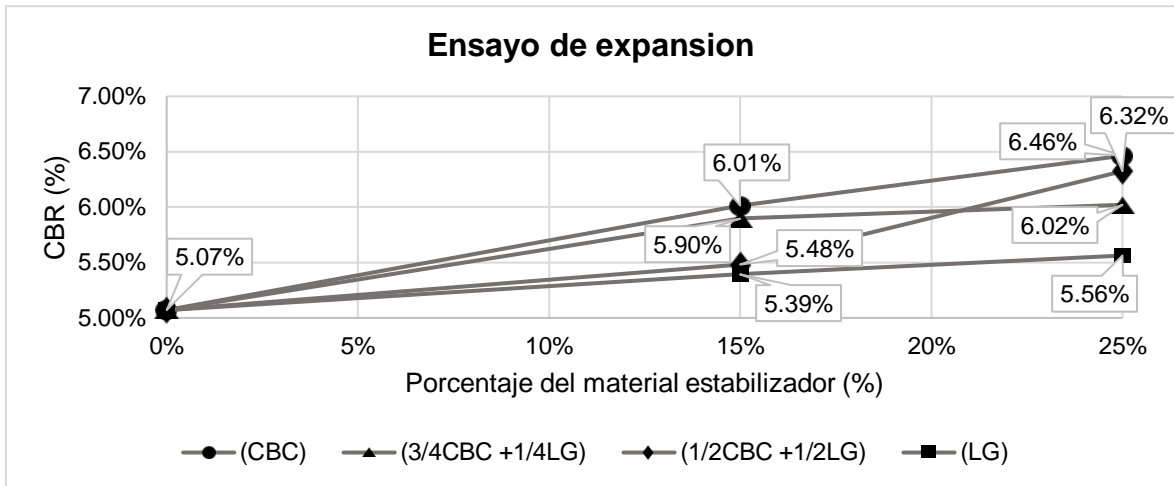


Figura 11. Gráfico comparativo de la expansión entre el suelo patrón 1 y compuesto. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 se muestra las líneas de variación de la expansión obtenidos de cada combinación, el cual el mínimo valor de la expansión es 3.90% cuando se adiciona el 15% de lodo de granito en un suelo arenoso arcilloso (SC) perteneciente a la calicata 02 (C-02).

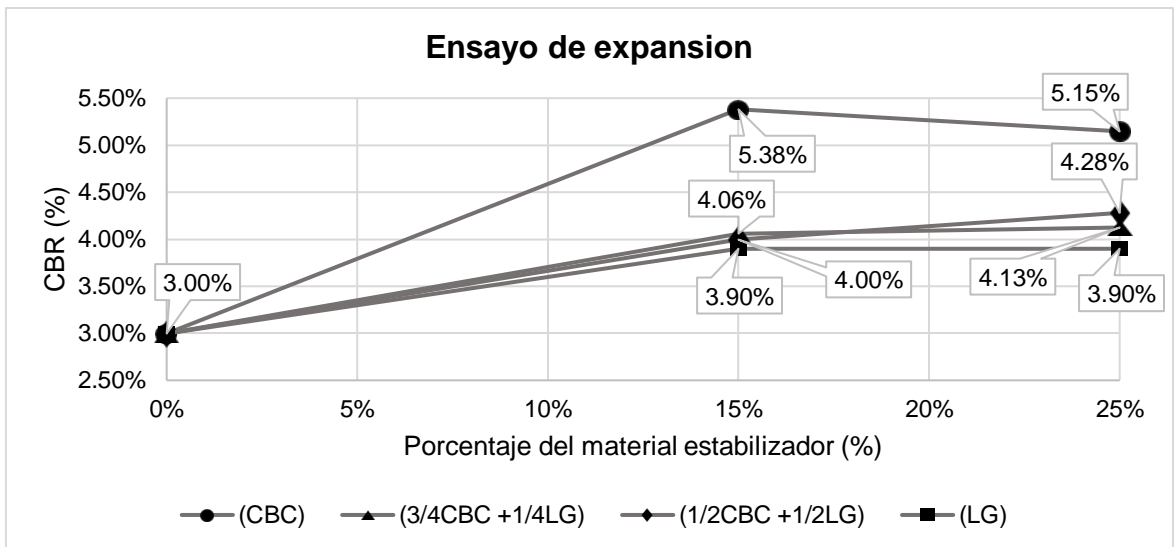


Figura 12. Gráfico comparativo de la expansión entre el suelo patrón 2 y compuesto. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se realizó ensayo de **compresión simple no confinada** que nos determinó la resistencia al corte del suelo, sometida a un proceso de consolidación, cuando se le aplica un corte directo mientras se permite un drenaje completo de ella, como lo dispone la norma ASTM D-2166.

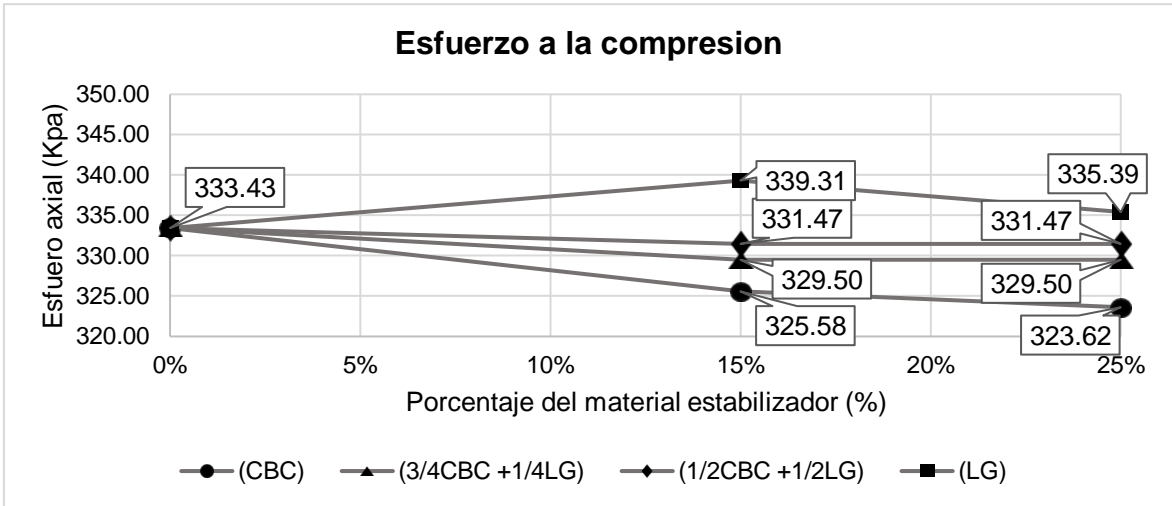


Figura 13. Gráfico comparativo de la de resistencia a la compresión entre el suelo patrón 1 y compuesto.

Fuente: Elaboración propia.

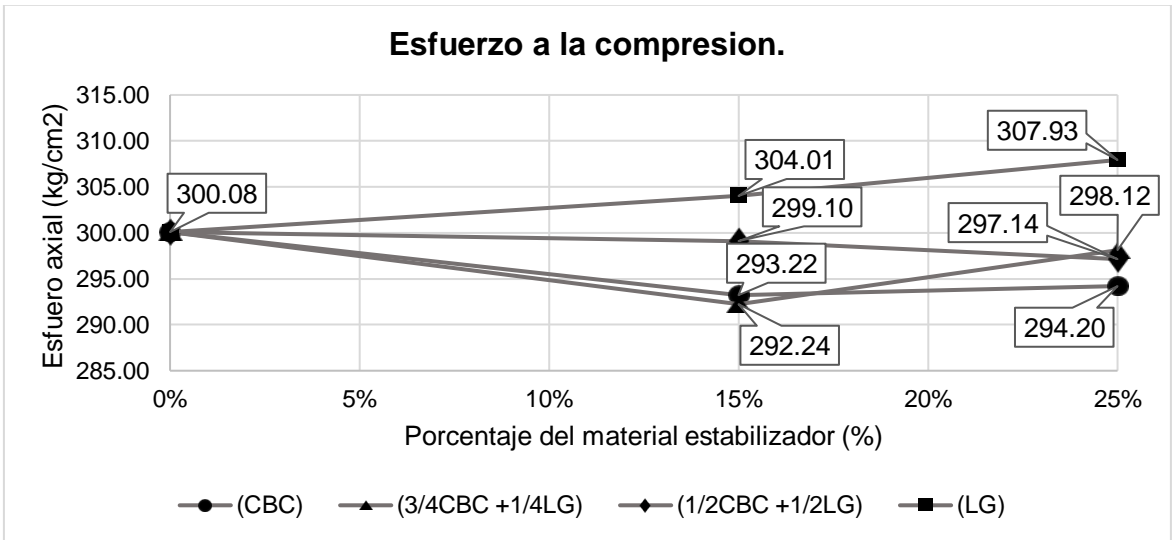


Figura 14. Gráfico comparativo de la de resistencia a la compresión entre el suelo patrón 2 y compuesto.

Fuente: Elaboración propia.

V DISCUSIÓN.

5.1. Características Físicas de las muestras patrón.

Los resultados porcentuales del contenido de humedad que existe en los suelos patrón sin tratamiento, se pueden apreciar que existe un mayor porcentaje de humedad en la calicata 01 perteneciente a la ciudad de Lambayeque, con 38.17%, lo que nos hace pensar que nos encontramos con un suelo con alto contenido de humedad a partir de los 80cm de profundidad del terreno, dato importante para futuros proyectos relacionados a cimentación y diseños estructurales. En tanto a la calicata 2 perteneciente a Ferreñafe, se observa un bajo contenido de humedad de 11.59% es decir los poros que se encuentran dentro del suelo están regularmente libres de agua.

Se afirma que estamos en presencia de un suelo fino en la calicata 1 ya que el porcentaje que pasa la malla N°200 es mayor al 50% y un suelo granular en la calicata 2 porque pasa menos del 50% la malla N°200. Comparando estas dos muestras, se evidencia que la calicata 1 está compuesta en su totalidad por finos con un 92.49% a diferencia de la calicata 2 que contiene un 46.24% de arena y un 49.26% de finos. En consiguiente, sabiendo que nos encontramos con estos tipos de suelos se realizó el ensayo de límites el cual es importante para clasificar el suelo por el método SUCS y por el método AASHTO siguiendo los parámetros para su clasificación.

En base a estos resultados se clasifico a los suelos patrón por el método SUCS donde resulto que la muestra patrón 1 es arcilla de alta plasticidad (CH) y la muestra patrón 2 es una arena arcillosa (SC). Con respecto a su clasificación por el método AASHTO, resulto que la muestra patrón 1 donde predomina los suelos de tipo A-7-6 de subrasante muy mala y la muestra patrón 2 de tipo A-4-3 de subrasante regular- malo, son suelos limosos- arenosos.

Según el peso específico de las muestras patrón, se tiene un tipo de grano orgánico en la muestra patrón 1 con valores de 2.63, esto pudo deberse a que se compacto este suelo con material de relleno orgánico, y un tipo de grano arcilloso- limoso en la muestra patrón 2 con valores de 2.72 para cada estrato.

5.2. Características químicas del suelo compuesto.

La composición química del suelo arcilloso de alta plasticidad (CH), según la tabla 11 está compuesta principalmente por Sílice (54.32%), Aluminio (13.45%) y Hierro (9.54%). Comparando estos compuestos químicos obtenidos por Terrones (2018) el cual analiza un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), se observan variaciones porcentuales de los elementos principales en el suelo CL respecto al CH, es decir la Sílice aumento 13.78%, el aluminio con una disminución de 2.25% y el fierro un aumento de 2.41%, dando a entender que el grado de plasticidad de un suelo arcilloso lo define principalmente su contenido de sílice.

De acuerdo al análisis térmico diferencial (ATD) realizado a los estabilizadores como se muestra en el anexo, esta llega a un pico de temperatura máximo de 455°C, dando a entender que con respecto a la ceniza de bagazo de caña (CBC) esta temperatura de quemado según Terrones (2018), se forma carbón residual y óxidos y se pierde un porcentaje de masa.

Finalmente, la composición química de los estabilizadores que se refiere a la ceniza de bagazo de caña (CBC) y el lodo de granito (LG), en proporción 1:1 resulto tener como elementos principales Sílice (61.45%), Aluminio (7.88%), Calcio (4.89), Hierro (5.69%) y potasio (4.02%). Afirmamos lo dicho por García, “los compuestos con más porcentaje de acuerdo al análisis químico del lodo de granito es la sílice, alúmina y el óxido de hierro”. También por la norma que se encuentra en el MTC (2014), con respecto a la ceniza de bagazo, es de clase F por sumar más del 70% en porcentajes de sílice, aluminio y fierro; con 75.02%.

5.3. Características mecánicas del suelo patrón respecto al compuesto.

En los efectos de compactación del suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) mezclado con los estabilizadores se observó que las adiciones del 15% tienden a aumentar la MDS especialmente en la proporción de solo LG y 1/2CBC +1/2LG, mientras que al 25% hay un descenso con relación al predecesor excepto la proporción de 1/2CBC +1/2LG que llega a un valor de 2.00 kg/cm³ y habiendo un incremento porcentual de 8.11% respecto a la arcilla de alta plasticidad (CH), esto se debe al aumento de ceniza y la acción del lodo de granito como aglomerante-

floculante. En tanto el suelo arenoso arcilloso (SC) mezclado con los estabilizadores se observa un descenso de la MDS mezclando 15% y 25% cuando hay presencia de CBC, donde el valor mínimo es 1.90 kg/cm³ y corresponde a la adición del 25% de CBC, es decir el aumento de ceniza hace que la MDS produzca un decremento de 5.47% respecto a la arena arcillosa (SC). Mientras que cuando se mezcla con lodo de granito (LG) aumenta la MDS llegando a un valor máximo de 2.14 kg/cm³ adicionando solo el 15% con un incremento porcentual de 6.47%.

Los valores del OCH se encuentran por debajo del contenido de humedad del suelo natural, lo que nos hace deducir que los suelos patrón no alcanzarían su máxima densidad con un alto contenido de humedad.

Analizando los efectos de la variación del OCH en los suelos patrón con la adición de estabilizadores se observó un aumento de los porcentajes de agua a medida que se aumenta los porcentajes de material estabilizador y en particular cuando se adiciona el 25% con la proporción de 1/2CBC +1/2LG con un incremento del 18% respecto a la arcilla de alta plasticidad (CH) y cuando solo se mezcla con CBC con un incremento del 20% respecto a la arena arcillosa (SC), también en este suelo cuando se adiciona el 15% de LG hay un decremento de 2.11%. Con ello se relaciona que a mayores valores de la MDS serán menores los valores del OCH.

Se determinó la capacidad portante de los suelos patrón compactados al 95% de la máxima densidad seca (MDS) para asegurar las propiedades óptimas mediante el ensayo de CBR nos dan 6.40% y 8.40%, lo cual indica que estamos frente a una subrasante mala y regular respectivamente que posteriormente mejoraremos su calidad realizando una estabilización química con la adición de ceniza de bagazo de caña (CBC) y lodo de granito (LG), analizando los incrementos del CBR respecto al patrón.

En los efectos de la variación del CBR se presencié un aumento del CBR de los suelos patrón adicionando el 15% de las proporciones 1/2CBC +1/2LG y solo LG cuyos valores son 7.25% y 7.80% para la arcilla altamente plástica (CH) y valores de 9.45% y 10.10%. para la arena arcillosa (SC). Este análisis es de gran importancia, ya que el CBR es un factor determinante para la evaluación de la subrasante, en la tabla 19 se determinan los incrementos porcentuales del CBR

respecto al predecesor, es decir al suelo base que en este caso pertenece a la arena arcillosa (CH).

Tabla 19. *Incremento porcentual del CBR respecto a la arcilla altamente plástica (CH).*

CASO	Material estabilizador (%)	(CBC)	(3/4CBC +1/4LG)	(1/2CBC +1/2LG)	(LG)
C-01	0%	0.00%			
1/C-01	15%	-12.50%	-6.25%	13.28%	21.88%
2/1	25%	-3.57	-5.83%	-2.07%	-4.49%

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa un crecimiento del CBR de manera significativa de 13.28% y 21.88% cuando se adiciona el 15% de estabilizador con la proporción de 1/2CBC +1/2LG y solo LG. Estos incrementos son muy superiores al caso 2 donde el decremento del CBR de -2.07% y -4.49% cuando se adiciona el 25%, es decir que este porcentaje tiende a bajar el CBR debido a que añadió un exceso del estabilizador.

En la tabla 20, se muestran los incrementos porcentuales respecto al predecesor, es decir a la muestra patrón 2, donde se observa comparando con la tabla 13 que tienen un igual comportamiento.

Tabla 20. *Incremento porcentual del CBR respecto a la arena arcillosa (SC)*

CASO	Material estabilizador (%)	(CBC)	(3/4CBC +1/4LG)	(1/2CBC +1/2LG)	(LG)
C-02	0%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1/C-02	15%	-14.35%	3.53%	11.18%	18.82%
2/1	25%	-8.65%	-2.27%	-4.55%	-11.88%

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que el CBR de la adición del 15% de estabilizador con proporción 1/2CBC +1/2LG y solo LG, nos confirma que hay un crecimiento en esta mezcla, en este caso resultado de 11.18% y 18.82%, debido a que el suelo patrón es un suelo con una subrasante regular- buena es decir que se encuentra consolidada y apta para su estabilización, sin requerir un mejoramiento.

Analizando la expansividad de los suelos patrón Según Vallejo y otros (2002), se tiene que en la arcilla altamente plástica (CH) se mantienen los grados de expansividad media, a pesar de sus incrementos mezclando los estabilizadores, cuyo porcentaje máximo es 6.46% cuando se mezcla 25% de ceniza de bagazo de caña. En la arena arcillosa (SC) ha cambiado el grado de expansión de baja a media cuando se adiciona el 15% y 25% de CBC con valores de 5.38% y 5.15%, los demás casos se mantienen.

Respecto al comportamiento de la resistencia al esfuerzo de compresión de los suelos patrón según la tabla 3 tienen una consistencia muy firme con 333.43Kpa y 300.08Kpa, y mezclando estos suelos con los estabilizadores resulta que los valores que alcanzan hacen que el suelo mantenga la misma consistencia, debido a que los suelos ya tienen una buena resistencia, no obstante donde se observa un máximo aumento respecto a la arcilla altamente plástica (CH) es de 339.31Kpa con adición del 15% mezclando 1/2CBC +1/2LG y con respecto a la arena arcillosa (SC) con 307.93Kpa con adición del 25% de LG. Estos resultados nos indican que los suelos patrón y compuestos se encuentran en buenas condiciones y están aptos para su uso como subrasante

VI CONCLUSIONES

1. Luego de analizados los resultados de los ensayos para caracterizar las propiedades físicas de un suelo arcilloso, se determinó que la muestra patrón 1 (Lambayeque) evaluada es una arcilla de alta plasticidad (CH) según clasificación SUCS y según AASHTO es de tipo A-7-6 que corresponden a suelos arcillosos regulares a malos. En tanto la muestra patrón 2 (Ferrefa) resulto ser un suelo arenoso arcilloso (SC) según la clasificación SUCS y según AASHTO es de tipo A-4-3 que corresponden a suelos limosos- arenosos. Además, se determinó que el peso específico de la muestra 1 con valor 2.63 y según clasificación contiene material orgánico y la muestra 2 con 2.72 contiene arcillas poco plásticas.
2. La composición química del suelo arcilloso de alta plasticidad (CH), contiene un porcentaje de sílice, aluminio y Hierro con 54.32%, 13.45% y 9.54% respectivamente, esto nos indica que un suelo de esta clasificación contiene estos compuestos que son reactivos y producen una floculación con el material estabilizador que consta de la mezcla en proporción equitativa de ceniza de bagazo de caña y lodo de granito con porcentajes de elemento principales como la Sílice (61.45%), Aluminio (7.88%), Calcio (4.89), Hierro (5.69%) y potasio (4.02%).

3. La proporción adecuada de contenido de estabilizador se encontró en el suelo arcilloso altamente plástico (CH) con el 15% de la proporción 1/2CBC +1/2LG, aquí se logra mejorar la densidad seca con un aumento de 1.85 kg/cm³ a 1.92 kg/cm³, aumentando también el CBR de 6.4% a 7.25% logrando el mayor incremento respecto a las muestras de 11.18%, con una expansión media de 5.90% y un esfuerzo a la compresión que se mantiene respecto al patrón de 331.47Kpa que corresponde a un suelo de consistencia muy firme. El máximo valor respecto al incremento relativo que se registró en las muestras fue mezclando solo lodo de granito (LG) al 15%, logrando cumplir con los requisitos físicos y mecánicos para ser óptima, pero siendo no factible ya que este residuo se consigue en pocas cantidades a comparación de las cenizas de bagazo. En la arcilla altamente plástica (CH) se logró mejorar la densidad seca con un aumento de 1.85 kg/cm³ a 1.93 kg/cm³, aumentando también el CBR de 6.4% a 7.8%, con una expansión mínima 5.39% y un esfuerzo a la compresión máximo de 339.31Kpa. En la arena arcillosa (SC) se logró también mejorar la densidad seca con un aumento de 2.01 kg/cm³ a 2.14 kg/cm³, y aumentar el CBR de 8.50% a 10.10% pasando a ser una subrasante de mala a regular, con una expansión mínima de 3.90% y un esfuerzo a la compresión de 304.01Kpa.

VII RECOMENDACIONES.

1. Para futuras investigaciones se recomienda investigar adiciones menores al 15% de ceniza de bagazo y lodo de granito para su estabilización, ya que se observó que su comportamiento fue en crecimiento, a la vez también recomendar que se repitan los ensayos de laboratorio por lo menos 3 veces.
2. Se recomienda a los sectores públicos y privados, contemplar en sus proyectos el uso de ceniza de bagazo y lodo de granito para mejorar la calidad de la subrasante ya que resulta ser una alternativa económica.
3. Se sugiere que se realicen estudios del lodo de granito como estabilizante, ya que es un residuo desechado por las industrias que producen una contaminación ambiental.
4. Se recomienda aplicar estos estabilizadores a otros tipos de suelos y analizar su mineralogía y porosidad.

REFERENCIAS

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios. Programa Multianual de inversiones 2021- 2023 (PMI) [en línea]. 2020. Disponible en:

https://www.mef.gob.pe/contenidos/acerc_mins/doc_gestion/diagnostico_brechas_MEF_2021_2023.pdf

LANDA Alarcon, Jacques y TORRES Montesinos, Sergio. Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. 34pp. Disponible en:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626177/LandaA_J.pdf?sequence=6&isAllowed=y

TERRONES Cruz, Andrea. Estabilización de Suelos arcillosos, adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de Subrasante en el sector Barraza. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018. 385pp. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14971>

Ministerio de Fomento. Lodos Procedentes del corte y tratamiento de la piedra ornamental [en línea]. 2015. Disponible en:

http://www.cedexmateriales.es/upload/docs/es_LODOSPROCEDENTESDELCORTEYTRATAMIENTODELAPIEDRAORNAMENTALNOV2015.pdf

GARCIA García, Marta. Reciclado de lodos de pizarra y granito para la fabricación de cerámicos tradicionales de interés en el sector de los materiales de construcción. Tesis (Grado de Doctor). Cáceres: Universidad de Extremadura, 2015. 205pp. Disponible en:

http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/3977/TDUEX_2015_Garcia_Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BHEEL, Naraindas y otros. Effect of Tile Powder Used as a Cementitious Material on the Mechanical Properties of Concrete. Engineering, Technology & Applied Science Research [en línea]. Vol 9, N°5, 2019. [Fecha de consulta:28 de abril de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.48084/etasr.2994>
ISSN: 4596-4599

BRAJA Das. Fundamento de Ingeniería Geotécnica [en línea]. 4ta ed. México: CENGAGE learning, 2015. Disponible en:

https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das

ISBN: 978-607-519-373-1

CUBAS Benavides, Kevin y FALEN Chavez Arroyo, Jose C. Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Señor de Sipan, 2016. 219pp. Disponible en:

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/3134>

FAZAL Jalal, YONGFU Xu, BABAK Jamhiri y SHAZIM Ali. On the Recent Trends in Expansive Soil Stabilization Using Calcium-Based Stabilizer Materials (CSMs): A Comprehensive Review. *Advances in Materials Science and Engineering* [en línea]. 2020. Disponible en:

<https://link.gale.com/apps/doc/A623253498/SPJ.SP12?u=univcv&sid=SPJ.SP12&xid=095596ef>

KHURANA I, Kaur S, Kaur H y Khurana R. Papel polifacético de los minerales arcillosos en productos farmacéuticos [en línea]. 2015. Disponible en:

<https://doi.org/10.4155/fso.15.6>

NNOCHIRI, Emeka y ADERINLEWO, Olufikayo. (2016). Geotechnical properties of lateritic soil stabilized with the ashes of oil palm fronds. *Stavební obzor: Civil Engineering Journal*. 25. 10.14311/CEJ.2016.04.0022. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/312106121_GEOTECHNICAL_PROPERTIES_OF_LATERITIC_SOIL_STABILIZED_WITH_THE_ASHES_OF_OIL_PALM_FRONDS

GARCIA Toro, Jonatan R. Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín. Tesis (grado de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2019. 77pp. Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23731>

CASTRO María, Castro Luis, Castro Prissila. Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido. *Polo del Conocimiento* [en línea]. Vol. 5 N°09, 2020. Disponible en:

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1717>

ISSN: 2550 - 682X

ARORA K. *Soil Mechanics and Foundation Engineering* [en línea]. New York: Nai Sarak.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/337905698_SOIL_MECHANICS_AND_FOUNDATION_ENGINEERING

AKBAR Ali y otros. *Fundamentals of soil stabilization*. *International Journal of Geo- Engineering* [en línea]. 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>

PALOMINO Terán, Karen. Capacidad Portante (CBR) de un Suelo Arcilloso, con la incorporación del Estabilizador Maxxseal 100. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016. 126pp. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/11537/10489>

CAÑAR Tiviano, Edwin. Análisis Comparativo de la Resistencia al Corte y Estabilización de Suelos Arenosos Finos y Arcillosos Combinadas con Ceniza de Carbón. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017. 272pp. Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>

APOLINARIO Tenicela, Augusto y DELGADO Loarte Edward. Estabilización de suelos arcillosos, con bajos valores de soporte (CBR), con fine de mejoramiento de la subrasante. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, 2019. 239pp. Disponible en:

<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/5500>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos. 2014.305pp. Disponible en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUAL_ES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf

VIDAL, D. V., TORRES, J., & GONZALES, L. O. (2014). Ceniza de bagazo de caña para elaboración de materiales de construcción: estudio preliminar. MOMENTO (2014). Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/45539>

OJEDA, O, MENDOZA, J.M. y BALTAZAR, M.A (2016). Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. Revista ALCONPAT. 8 (2), pp. 194 - 208. Disponible en:

DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>

ISEL, Vivianne, SANCHEZ, Jorge y CHAPARRO Amanda. Evaluación de arcillas caoliniticas-illiticas provenientes de la formación guayabo del Área Metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. Revista ION (2017). Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342052520009>

ISSN: 0120-100X

GONZÁLEZ, Luis y otros. Ingeniería Geológica [en línea]. Madrid: Pearson Educación, 2015. Disponible en:

https://www.academia.edu/31865783/Pages_from_Ingenieria_Geologica_Gonzales_de_Vallejo_Libro_IG

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). PERU: Panorama económico Departamental [en línea]. 2020. Disponible en:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/08-informe-tecnico-n08_panorama-economico-departamental-jun-2020.pdf

KHARADE Amit, SALUNKHE Suhas y DADAGE Mahesh. Effective Utilization of Sugar Industry Waste 'Bagasse Ash' in Improving Properties of Black Cotton Soil. International Journal of Engineering Research & Technology [en línea]. Vol. 3, 2014. Disponible en:

<https://www.ijert.org/research/effective-utilization-of-sugar-industry-waste-bagasse-ash-in-improving-properties-of-black-cotton-soil-IJERTV3IS040044.pdf>

TEJADA Vidal, RONDON Guiliana y MARIÑO Johnny. Cenizas y grasas. Tesis (grado de Ingeniero de Industrias alimentarias). Arequipa: Universidad Nacional San Agustín, 2014. 165pp. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LUJERIO Urbano, Lisbeth. Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad San Pedro, 2018. 103pp. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7972>

SALAHUDEEN, A. B; OCHEPO, J (2015). Efecto de la ceniza de bagazo sobre algunas propiedades de ingeniería del suelo laterítico. De Jordan Diario de Ingenieria Civil. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283286090_Effect_of_Bagasse_Ash_on_Some_Engineering_Properties_of_Lateritic_Soil

JAMES Jijo y P. Kasinatha. A Short Review on the Valorisation of Sugarcane Bagasse Ash in the Manufacture of Stabilized/Sintered Earth Blocks and Tiles [en línea]. 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2017/1706893>

EKATERINA, Gerasimova, FEDOR, Kapustin, ROGANTE, Massimo y DMITRIY, Kochnev. Granite Dust is the Possible Component of the Dry Construction Mixtures. Revista ION (2017). Disponible en: [10.18502 / kms.v2i2.955](http://dx.doi.org/10.18502/kms.v2i2.955)

Centro Tecnológico del mármol, piedra y otros materiales. El control del polvo y la sílice cristalina en la industria extractiva de la piedra natural para reducir sus efectos en forma de silicosis y/o neumoconiosis [en línea]. 2014. Disponible en: <https://www.ugtfica.org/images/proyectos/sl/indirectas/2013/piedra%20natural/EL%20CONTROL%20DEL%20POLVO%20Y%20LA%20S%20C%20D%20LICE%20CRISTALINA%20EN%20LA%20INDUSTRIA%20EXTRACTIVA%20DE%20LA%20PIEDRA%20NATURAL%20guia.pdf>

MEDINA G, Saez I, Frias M, Sanchez M y Medina C. Effect of Granite Waste on Binary Cement Hydration and Paste Performance: Statistical Analysis [en línea]. 2019. Disponible en: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&u=univcv&id=GALE|A610547858&v=2.1&it=r&sid=AONE&asid=afd828c2>.

ARIAS Fideas. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. Episteme [en línea]. 2016. Disponible en: https://kupdf.net/download/el-proyecto-de-investigacion-fideas-arias-7ma-edic-2016pdf_5a1b4afde2b6f5e526da642c_pdf

ISSN: 980-07-8529-9

PULIDO Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Sistema de Información Científica Redalyc [en línea]. Vol. 31, 2015. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>

ISSN: 1012-1587

BAKIEVA, Margarita, GONZÁLEZ, José, JORNET, Jesús. Introducción al SPSS. innovaMIDE (2012). Disponible en: https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0702b.pdf

Colegio de Ingenieros del Perú. 2018. <http://www.cip.org.pe>. [En línea] 2018.

http://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf

Universidad César Vallejo. 2017. <https://www.ucv.edu.pe>. [En línea] 2017.

<https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>

HERNANDEZ Roberto, FERNANDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: McGrawHill, 2014. Disponible en:

<https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN%20LECTOR%20PROGRAMA%20ALTO%20MANDO%20NAVAL%202020/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

LOZADA, Investigacion Aplicada: Definicion, Propiedad Intelectual e Industria. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica (2014). Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

ISSN-e 1390-9592

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Ceniza de bagazo de caña (CBC)	La CBC son residuos sólidos que se produce en la industria azucarera, por la quema de restos de bagazo tras la extracción del jugo de caña.	Proporción 15% y 25% del material estabilizador.	- CBC - 3/4CBC+ 1/4LG - 1/2CBC+ 1/2LG - LG	g.
		Contenido y composición química	Análisis de CBC y LG por fluorescencia de rayos X.	%
Lodo de granito (LG)	Se presenta de diferentes tamaños, por tal razón se le atribuyen nombres de polvo o lodo, pero tiene la misma composición química en donde se encuentran porcentajes de hidrato de cal ya que se usa en el desarrollo de corte y pulido.	Proporción 15% y 25% del material estabilizador.	- CBC - 3/4CBCA+ 1/4LG - 1/2CBCA+ 1/2LG - LG	g.
		Contenido y composición química	Análisis de CBC y LG por fluorescencia de rayos X.	%

Fuente: Elaboración Propia.

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Estabilización de suelos arcillosos	Es sinónimo de mejoramiento físico del suelo, aplicando técnicas mecánicas y añadiendo productos químicos, naturales o sintetizados. La estabilización de suelos mayormente se usa en suelos inadecuados o pobres a nivel de subrasante.	Tipo de suelo.	Ensayo contenido de humedad	%
			Ensayo Análisis Granulométrico	%
			Ensayo Limite y plástico	%
			Clasificación SUCS- AASHTO	simbología
		Resistencia al corte e hinchamiento.	Ensayo de peso específico	gr /cm ²
			Ensayo Proctor Modificado	ρ (gr/cm ³) / W óptimo (%)
			Ensayo de CBR y Expansión	%
		Resistencia a la compresión.	Ensayo de compresión no confinada	KPa
composición química.	Ensayo de fluorescencia de rayos X.	%		

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2: Matriz de consistencia de la investigación.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es el efecto de la adición de cenizas de bagazo de caña de azúcar y lodo de granito en diferentes proporciones para estabilizar suelos arcillosos en el Departamento de Lambayeque?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar los efectos de la adición de las cenizas de bagazo de caña de azúcar y polvo de piedra granito en la estabilización de suelos arcillosos a nivel de sub- rasante en el departamento de Lambayeque.</p> <p>Objetivo Específicos:</p> <p>(1) Determinar las características físicas del suelo (ensayos: contenido de humedad, granulometría, límites de atterberg y peso específico), en el departamento de Lambayeque, según los parámetros normados SUCS y AASHTO.</p> <p>(2) Determinar las características mecánicas del suelo patrón y suelo compuesto (Proctor modificado, ensayo de CBR y ensayo compresión simple no confinada).</p> <p>(3) Determinar las características químicas del suelo compuesto optimo mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x para los estabilizadores y a la muestra patrón.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y lodo de granito influye en la estabilización de suelos arcillosos para mejorar la subrasante en el departamento de Lambayeque.</p>	<p>Variables Independientes:</p> <p>Ceniza de bagazo de caña de azúcar y lodo de granito</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Estabilización de suelos Arcillosos</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>El tipo de investigación es aplicada</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>el diseño de la investigación es experimental.</p>	<p>Población:</p> <p>47 ensayos.</p> <p>Muestra:</p> <p>(1) Las características físicas y mecánicas del suelo patrón con un subtotal de 20 pruebas respectivamente.</p> <p>(2) Se mezcló a las muestras patrón, porcentajes con ceniza de bagazo de caña y con lodo de granito en cuatro proporciones diferentes, con un subtotal de 48 pruebas.</p> <p>(3) se analizó el suelo que llegó a la óptima estabilización mediante 03 pruebas químicas, resultando un total de 71 pruebas.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 3: Muestra de pruebas.

1.00	FASE DE LABORATORIO	N° PRUEBAS
1.01	Muestra patrón 1 (Lambayeque)	
1.01.01	Contenido de Humedad	2
1.01.02	Granulometría con tamizado	2
1.01.03	Limite líquido y limite plástico	2
1.01.04	Peso específico	1
1.01.05	Proctor Modificado	1
1.01.06	compresión simple no confinada	1
1.01.07	CBR y expansión	1
1.01.08	Fluorescencia de rayos X (FRX)	1
1.02	Muestra patrón 2 (Ferñafe)	
1.02.01	Contenido de Humedad	2
1.02.02	Granulometría con tamizado	2
1.02.03	Limite líquido y limite plástico	2
1.02.04	Peso específico	1
1.02.05	Proctor Modificado	1
1.02.06	Compresión simple no confinada	1
1.02.07	CBR y expansión.	1
1.04	Muestras patrones con la adición del 15% de los materiales estabilizadores	
1.04.01	Proctor Modificado	8
1.04.02	Compresión simple no confinada	8
1.04.03	CBR	8
1.04.04	Fluorescencia de rayos X (estabilizadores)	1
1.04.05	Análisis térmico diferencial ATD	1
1.05	Muestras patrones con la adición del 25% de los materiales estabilizadores	
1.05.01	Proctor Modificado	8
1.05.02	compresión simple no confinada	8
1.05.03	CBR	8
TOTAL DE PRUEBAS		71

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 4: Guía de Observación

GUIA DE OBSERVACION	
CALLE:	Calle 2- Urb. San Miguel- Lambayeque
TIPO DE PAVIMENTO:	Afirmado
TIPO DE TRANSITO:	a) Muy liviano b) Liviano c) Pesado d) Muy pesado
DEFICIENCIA ENCONTRADA	a) sección inapropiada b) drenaje inadecuado c) corrugación de vía f) ahuellamiento d) polvo en la vía e) huecos en la vía g) desprendimiento de agregados
NIVEL DE SEVERIDAD:	a) bajo b) Medio c) Alto d) Muy alto
DIMENSIONES DE LA FALLA	a) 1- 10m ² b) 10- 20m ² c)20- 30m ² d) Toda la calzada
POSIBLES CAUSAS:	a) Malos materiales b) Inadecuado mantenimiento c) Otros_____
EVIDENCIA:	
	

GUIA DE OBSERVACION

CALLE:	Intersección de la Calle 2 y la calle 4- Urb. San Miguel- Lambayeque
TIPO DE PAVIMENTO:	Afirmado
TIPO DE TRANSITO:	a) Muy liviano b) Liviano c) Pesado d) Muy pesado
DEFICIENCIA ENCONTRADA	a) sección inapropiada b) drenaje inadecuado c) corrugación de vía f) ahuellamiento d) polvo en la vía e) huecos en la vía g) desprendimiento de agregados
NIVEL DE SEVERIDAD:	a) bajo b) Medio c) Alto d) Muy alto
DIMENSIONES DE LA FALLA	a) 1- 10m ² b) 10- 20m ² c)20- 30m ² d) Toda la calzada
POSIBLES CAUSAS:	a) Malos materiales b) Inadecuado mantenimiento c) Otros_____

EVIDENCIA:



GUIA DE OBSERVACION

CALLE:	calles 4- Urb. San Miguel- Lambayeque
TIPO DE PAVIMENTO:	Afirmado
TIPO DE TRANSITO:	a) Muy liviano b) Liviano c) Pesado d) Muy pesado
DEFICIENCIA ENCONTRADA	a) sección inapropiada b) drenaje inadecuado c) corrugación de vía d) polvo en la vía e) huecos en la vía f) ahuellamiento g) desprendimiento de agregados
NIVEL DE SEVERIDAD:	a) bajo b) Medio c) Alto d) Muy alto
DIMENSIONES DE LA FALLA	a) 1- 10m ² b) 10- 20m ² c) 20- 30m ² d) Toda la calzada
POSIBLES CAUSAS:	a) Malos materiales b) Inadecuado mantenimiento c) Otros _____

EVIDENCIA:



GUIA DE OBSERVACION

CALLE:	Prolongación Fuentes- Urb. Santa Valentina - Ferreñafe
TIPO DE PAVIMENTO:	Afirmado
TIPO DE TRANSITO:	a) Muy liviano b) Liviano c) Pesado d) Muy pesado
DEFICIENCIA ENCONTRADA	a) sección inapropiada b) drenaje inadecuado c) corrugación de vía f) ahuellamiento d) polvo en la vía e) huecos en la vía g) desprendimiento de agregados
NIVEL DE SEVERIDAD:	a) bajo b) Medio c) Alto d) Muy alto
DIMENSIONES DE LA FALLA	a) 1- 10m ² b) 10- 20m ² c)20- 30m ² d) Toda la calzada
POSIBLES CAUSAS:	a) Malos materiales b) Inadecuado mantenimiento c) Otros_____

EVIDENCIA:



GUIA DE OBSERVACION

CALLE:	Prolongación Fuentes- Urb. Santa Valentina - Ferreñafe
TIPO DE PAVIMENTO:	Afirmado
TIPO DE TRANSITO:	a) Muy liviano b) Liviano c) Pesado d) Muy pesado
DEFICIENCIA ENCONTRADA	a) sección inapropiada b) drenaje inadecuado c) corrugación de vía d) polvo en la vía e) huecos en la vía f) ahuellamiento g) desprendimiento de agregados
NIVEL DE SEVERIDAD:	a) bajo b) Medio c) Alto d) Muy alto
DIMENSIONES DE LA FALLA	a) 1- 10m ² b) 10- 20m ² c) 20- 30m ² d) Toda la calzada
POSIBLES CAUSAS:	a) Malos materiales b) Inadecuado mantenimiento c) Otros _____

EVIDENCIA:



GUIA DE OBSERVACION


CALLE:	Prolongación Fuentes- Urb. Santa Valentina - Ferreñafe
TIPO DE PAVIMENTO:	Afirmado
TIPO DE TRANSITO:	a) Muy liviano b) Liviano c) Pesado d) Muy pesado
DEFICIENCIA ENCONTRADA	a) sección inapropiada b) drenaje inadecuado c) corrugación de vía f) ahuellamiento d) polvo en la vía e) huecos en la vía g) desprendimiento de agregados
NIVEL DE SEVERIDAD:	a) bajo b) Medio c) Alto d) Muy alto
DIMENSIONES DE LA FALLA	a) 1- 10m ² b) 10- 20m ² c)20- 30m ² d) Toda la calzada
POSIBLES CAUSAS:	a) Malos materiales b) Inadecuado mantenimiento c) Otros_____

EVIDENCIA:



ANEXO 5: Resultados de la caracterización de los suelos.

ANEXO 5.1: Contenido de humedad y granulometría por tamizado de las muestras patrón.



RUC: 20606092297

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E 107

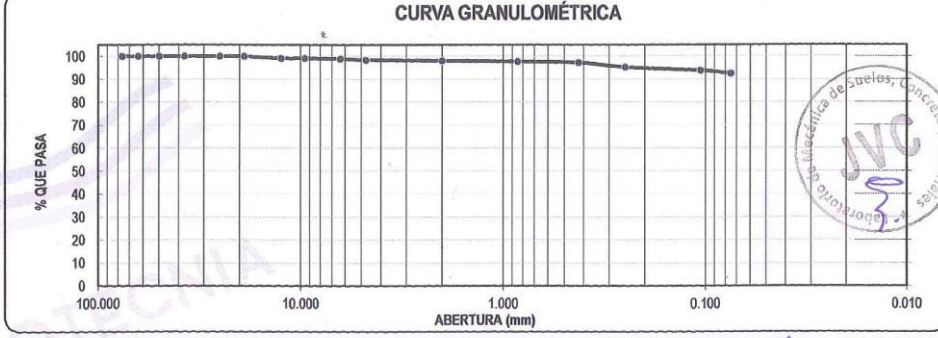
PROYECTO :	EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA :	26 DE MAYO DE 2021

DATOS DEL ENSAYO


MUESTRA :	C - LAMBAYEQUE	CALICATA :	C - 01
ESTRATO :	E - 01	PROFUNDIDAD :	0.00 - 0.80 m
PROGRESIVA :	---	COORDENADA UTM :	
		PESO LAVADO SECO :	500.00 gr
		PESO LAVADO SECO :	37.55 gr

Tamices	Abertura	Peso	%Retenido	%Retenido	% que	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
ASTM	en mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa		
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) :	44.96
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) :	24.95
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) :	20.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS :	CL
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación AASHTO :	A-7-6 (13)
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Descripción :	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
1/2"	12.500	4.13	0.83	0.83	99.17	Observación AASTHO :	MALO
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.83	99.17	Bolonería > 3" :	
1/4"	6.350	1.26	0.25	1.08	98.92	Grava 3"-N°4 :	1.56%
N°4	4.750	2.40	0.48	1.56	98.44	Arena N°4 - N°200 :	5.95%
10	2.000	1.93	0.39	1.94	98.06	Finos < N°200 :	92.49%
20	0.850	1.75	0.35	2.29	97.71		
40	0.425	2.33	0.47	2.76	97.24		
60	0.250	9.76	1.95	4.71	95.29	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108	
140	0.106	7.40	1.48	6.19	93.81	Peso de tara (gr)	105.20 108.70
200	0.075	6.59	1.32	7.51	92.49	Sh + Tara (gr)	1100.00 1284.70
< 200		462.45	92.49	100.00	0.00	Ss + Tara (gr)	829.20 955.10
Total		500.00	100.0			Peso Suelo Seco (gr)	724.00 846.40
						Peso del agua (gr)	270.80 329.60
						Contenido de Humedad (%)	38.17

CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAJO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

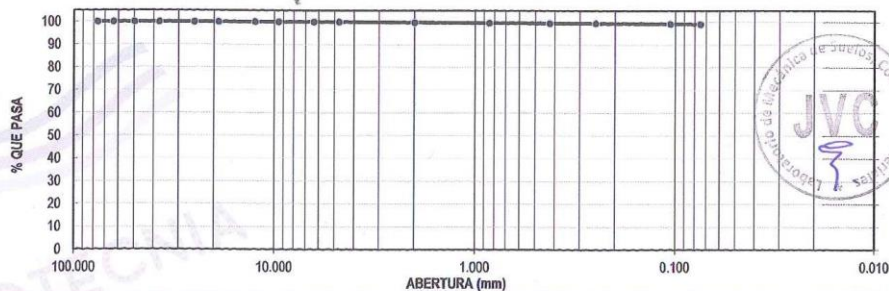
DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	C - LAMBAYEQUE	CALICATA :	C - 01		
ESTRATO :	E - 02	PROFUNDIDAD :	0.80 - 1.50 m	PESO LAVADO SECO :	500.00 gr
PROGRESIVA :	---	COORDENADA UTM :		PESO LAVADO SECO :	4.59 gr


Tamices	Abertura	Peso	%Retenido	%Retenido	% que	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	en mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Líquido (LL) : 62.78
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plástico (LP) : 28.26
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 34.5
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : CH
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación AASHTO : A-7-6 (16)
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Descripción : ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Observación AASTHO : MALO
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Bolonería > 3" : ---
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava 3"-N°4 : 0.00%
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	Arena N°4 - N°200 : 0.92%
10	2.000	1.08	0.22	0.22	99.78	Finos < N°200 : 99.08%
20	0.850	0.83	0.17	0.38	99.62	
40	0.425	0.44	0.09	0.47	99.53	
60	0.250	0.38	0.08	0.55	99.45	
140	0.106	1.03	0.21	0.75	99.25	
200	0.075	0.83	0.17	0.92	99.08	
< 200		495.41	99.08	100.00	0.00	
Total		500.00	100.0			

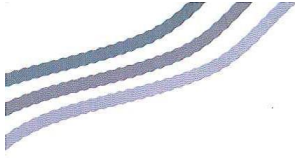
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108			
Peso de tara	(gr)	105.20	108.70
Sh + Tara	(gr)	1100.00	1284.70
Ss + Tara	(gr)	829.20	955.10
Peso Suelo Seco	(gr)	724.00	846.40
Peso del agua	(gr)	270.80	329.60
Contenido de Humedad (%)			38.17

CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

DATOS DEL ENSAYO

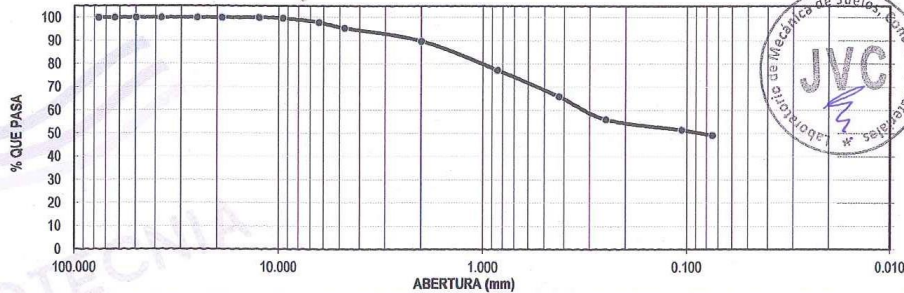
MUESTRA :	C - FERREÑAFE	CALICATA :	C - 02
ESTRATO :	E - 01	PROFUNDIDAD :	0.00 - 0.80 m
PROGRESIVA :	---	COORDENADA UTM :	
		PESO LAVADO SECO :	500.00 gr
		PESO LAVADO SECO :	253.70 gr

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Líquido (LL) : 24.02
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plástico (LP) : 15.76
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice Plástico (IP) : 8.3
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : SC
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación AASHTO : A-4 (3)
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Descripción : ARENA ARCILLOSA
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Observación AASTHO : REGULAR-MALO
3/8"	9.525	1.30	0.26	0.26	99.74	Bolonería > 3" : 4.50%
1/4"	6.350	9.00	1.80	2.06	97.94	Grava 3"-N°4 : 46.24%
No4	4.750	12.20	2.44	4.50	95.50	Arena N°4 - N°200 : 49.26%
10	2.000	27.90	5.58	10.08	89.92	Finos < N°200 : 11.59%
20	0.850	62.80	12.56	22.64	77.36	
40	0.425	56.90	11.38	34.02	65.98	
60	0.250	49.20	9.84	43.86	56.14	
140	0.106	22.90	4.58	48.44	51.56	
200	0.075	11.50	2.30	50.74	49.26	
< 200		246.30	49.26	100.00	0.00	
Total		500.00	100.0			

CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108

Peso de tara (gr)	123.20	115.20
Sh + Tara (gr)	1568.00	1647.30
Ss + Tara (gr)	1416.20	1490.10
Peso Suelo Seco (gr)	1293.00	1374.90
Peso del agua (gr)	151.80	157.20
Contenido de Humedad (%)	11.59	

CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E 107**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

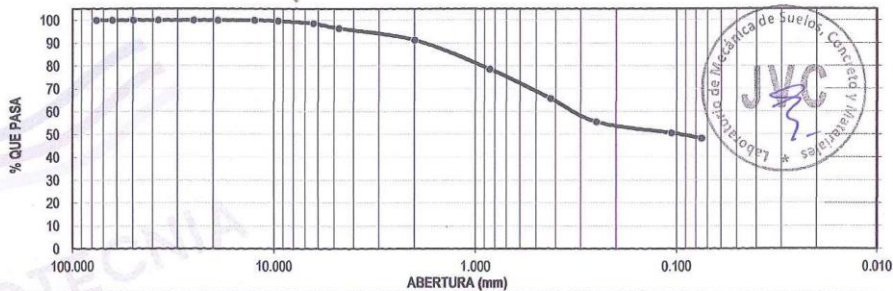
DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA :	C - FERREÑAFE	CALICATA :	C - 02
ESTRATO :	E - 02	PROFUNDIDAD :	0.80 - 1.50 m
PROGRESIVA :	—	COORDENADA UTM :	
		PESO LAVADO SECO :	500.00 gr
		PESO LAVADO SECO :	258.52 gr

Tamices	Abertura	Peso	%Retenido	%Retenido	% que	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	en mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 24.34
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 15.25
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 9.1
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación SUCS : SC
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación AASHTO : A-4 (3)
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Descripción : ARENA ARCILLOSA
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Observación AASHTO : REGULAR-MALO
3/8"	9.525	1.47	0.29	0.29	99.71	Bolonería > 3" : 3.50%
1/4"	6.350	5.37	1.07	1.37	98.63	Grava 3"-N°4 : 48.20%
No4	4.750	10.68	2.14	3.50	96.50	Arena N°4 - N°200 : 48.30%
10	2.000	25.57	5.11	8.62	91.38	Finos < N°200 : 48.30%
20	0.850	63.64	12.73	21.35	78.65	
40	0.425	63.91	12.78	34.13	65.87	
60	0.250	51.73	10.35	44.47	55.53	
140	0.106	24.17	4.83	49.31	50.69	
200	0.075	11.98	2.40	51.70	48.30	
< 200		241.48	48.30	100.00	0.00	
Total		500.00	100.0			

CONTENIDO DE HUMEDAD (%) MTC E 108			
Peso de tara	(gr)	109.50	119.20
Sh + Tara	(gr)	1649.20	1383.80
Ss + Tara	(gr)	1507.80	1267.50
Peso Suelo Seco	(gr)	1398.30	1148.30
Peso del agua	(gr)	141.40	116.30
Contenido de Humedad (%)		10.12	

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Muestreo e identificación realizada por el solicitante.



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 5.2: Límites de consistencia de las muestras patrón.



RUC: 20606092297

LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 / MTC E 111				
PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.				
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO				
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE				
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021				
MUESTRA :	C - LAMBAYEQUE	CALICATA :	C - 01	PROGRESIVA : ----
ESTRATO :	E - 01	PROFUNDIDAD :	0.00 - 0.80	COORDENADA UTM
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)				
N° de golpes	20.00	27.00	39.00	
Peso tara (gr)	10.77	13.72	11.60	
Peso tara + suelo húmedo (gr)	34.10	34.62	31.98	
Peso tara + suelo seco (gr)	28.77	28.17	25.82	
Peso del agua (gr)	7.33	6.45	6.16	
Peso de suelo seco (gr)	16.00	14.45	14.22	
Humedad %	45.81	44.64	43.32	
LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)				
Peso tara (gr)	13.53	13.48		
Peso tara + suelo húmedo (gr)	20.22	21.73		
Peso tara + suelo seco (gr)	18.87	20.10		
Peso del agua (gr)	1.35	1.63		
Peso de suelo seco (gr)	5.34	6.62		
Humedad %	25.28	24.62		
DIAGRAMA DE FLUIDEZ				
CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA				
LÍMITE LÍQUIDO	44.96			
LÍMITE PLÁSTICO	24.95			
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	20.01			


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



**LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 110 / MTC E 111**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

MUESTRA :	C - LAMBAYEQUE	CALICATA :	C - 01	PROGRESIVA :	---
ESTRATO :	E - 02	PROFUNDIDAD :	0.80 - 1.50	COORDENADA UTM	

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° de golpes	17.00	27.00	35.00
Peso tara (gr)	11.10	14.39	14.04
Peso tara + suelo húmedo (gr)	33.08	36.66	34.22
Peso tara + suelo seco (gr)	24.38	28.13	26.61
Peso del agua (gr)	8.70	8.53	7.61
Peso de suelo seco (gr)	13.28	13.74	12.57
Humedad %	65.51	62.08	60.54

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

Peso tara (gr)	11.02	14.23
Peso tara + suelo húmedo (gr)	17.16	21.41
Peso tara + suelo seco (gr)	15.78	19.86
Peso del agua (gr)	1.38	1.55
Peso de suelo seco (gr)	4.76	5.63
Humedad %	28.99	27.53

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	62.78
LÍMITE PLÁSTICO	28.26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	34.51

(Signature)

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 110 / MTC E 111

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

MUESTRA :	C - FERREÑAFE	CALICATA :	C - 02	PROGRESIVA :	---
ESTRATO :	E - 01	PROFUNDIDAD :	0.00 - 0.80	COORDENADA UTM	

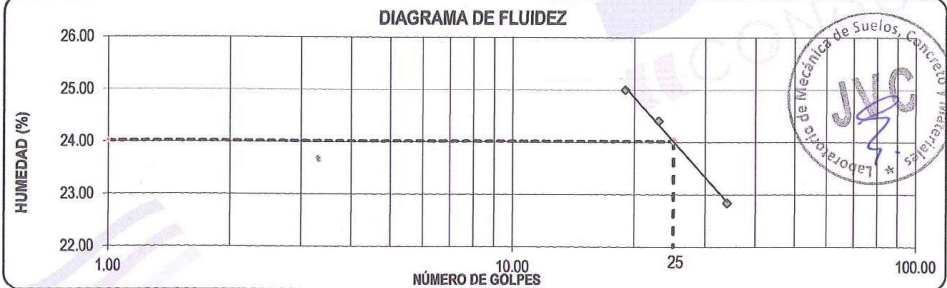
LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° de golpes		19.00	23.00	34.00
Peso tara (gr)		10.78	14.02	11.44
Peso tara + suelo húmedo (gr)		32.48	36.04	31.77
Peso tara + suelo seco (gr)		28.14	31.72	27.99
Peso del agua (gr)		4.34	4.32	3.78
Peso de suelo seco (gr)		17.36	17.70	16.55
Humedad %		25.00	24.41	22.84

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)

Peso tara (gr)		13.71	13.50
Peso tara + suelo húmedo (gr)		20.77	19.89
Peso tara + suelo seco (gr)		19.82	19.01
Peso del agua (gr)		0.95	0.88
Peso de suelo seco (gr)		6.11	5.51
Humedad %		15.55	15.97

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	24.02
LÍMITE PLÁSTICO	15.76
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.26


 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
MTC E 110 / MTC E 111**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

MUESTRA : C - FERREÑAFE **CALICATA** : C - 02 **PROGRESIVA** : —
ESTRATO : E - 02 **PROFUNDIDAD** : 0.80 - 1.50 **COORDENADA UTM** :

LÍMITE LÍQUIDO (MALLA N° 40)

N° de golpes	17.00	27.00	35.00
Peso tara (gr)	11.56	11.77	14.21
Peso tara + suelo húmedo (gr)	34.78	33.60	36.26
Peso tara + suelo seco (gr)	30.07	29.36	32.08
Peso del agua (gr)	4.71	4.24	4.18
Peso de suelo seco (gr)	18.51	17.59	17.87
Humedad %	25.45	24.10	23.39

LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 40)


Peso tara (gr)	11.02	13.34
Peso tara + suelo húmedo (gr)	17.57	24.14
Peso tara + suelo seco (gr)	16.68	22.75
Peso del agua (gr)	0.89	1.39
Peso de suelo seco (gr)	5.66	9.41
Humedad %	15.72	14.77

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	24.34
LÍMITE PLÁSTICO	15.25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9.09


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 5.3: Peso específico de las muestras patrón.

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS				
D - 854				
<p>PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.</p> <p>SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO</p> <p>UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE</p> <p>FECHA : 26 DE MAYO DE 2021</p>				
MUESTRA :	CALICATA	CALICATA :	C-01	PROGRESIVA :
ESTRATO :	—	PROFUNDIDAD :	0.00 -1.50	COORDENADA UTM

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS				
DESCRIPCIÓN	C1 - E1		C1 - E2	
Peso de Muestra Seca	50.00	50.00	50.00	50.00
Fiola	250.00	250.00	250.00	250.00
Peso de la Fiola	174.00	174.00	174.00	174.00
Peso de Fiola + Agua	420.86	420.87	420.85	420.86
Peso de Fiola + Agua + Muestra	451.68	451.74	451.89	451.82
Peso Especifico	2.61	2.61	2.64	2.63
Peso Especifico Promedio	2.61		2.63	



Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



CONSULTORIA GEOTECNIA

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS
D - 854

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

MUESTRA :	CALICATA	CALICATA :	C - 02	PROGRESIVA :	---
ESTRATO :	---	PROFUNDIDAD :	0.00 - 1.50	COORDENADA UTM	

PESO ESPECÍFICO DE SÓLIDOS

DESCRIPCIÓN	C2 - E1		C2 - E2	
Peso de Muestra Seca	50.00	50.00	50.00	50.00
Fiola	250.00	250.00	250.00	250.00
Peso de la Fiola	174.00	174.00	174.00	174.00
Peso de Fiola + Agua	420.86	420.87	420.85	420.86
Peso de Fiola + Agua + Muestra	452.50	452.39	452.49	452.42
Peso Específico	2.72	2.71	2.72	2.71
Peso Específico Promedio	2.71		2.72	



Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

CONSULTORIA GEOTECNIA

ANEXO 6: Resultados del ensayo de Proctor modificado.

ANEXO 6.1: Ensayo de Proctor modificado de C-1.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

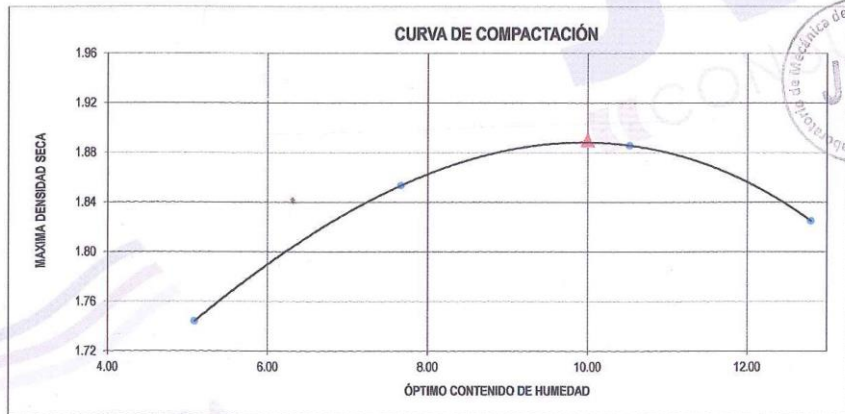
PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : CUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 MAYO DEL 2021

CALICATA : C - 1

ESTRATO : E - 1

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	2445
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6358.00	6706.00	6895.00	6840.00		
Peso de Molde (gr.)	2445.00	2445.00	2445.00	2445.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3913.00	4261.00	4450.00	4395.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.83	2.00	2.08	2.06		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	86.49	74.15	72.56	78.65		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	83.34	70.45	67.75	72.16		
Peso de Agua (gr.)	3.15	3.70	4.81	6.49		
Peso de Cápsula (gr.)	21.42	22.20	22.05	21.46		
Peso de Suelo Seco (gr.)	61.92	48.25	45.70	50.70		
% de Humedad	5.09	7.67	10.53	12.80		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.74	1.85	1.89	1.82		

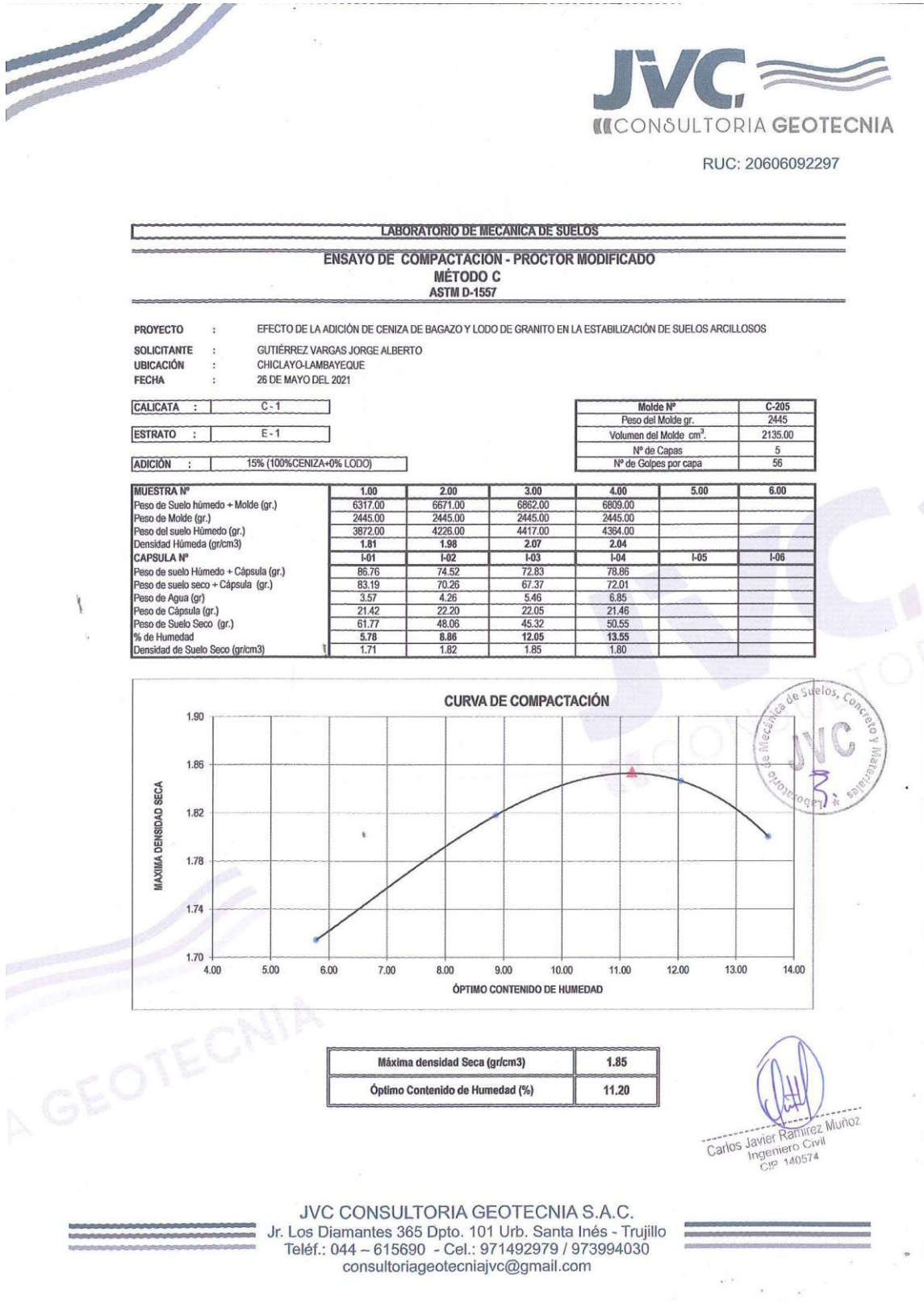


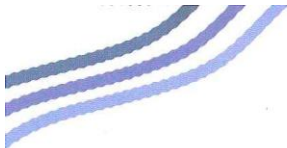
Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.890
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.00

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANEXO 6.2: Ensayo de Proctor modificado de C-1 +15% estabilizador.





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
 MÉTODO C
 ASTM D-1557**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

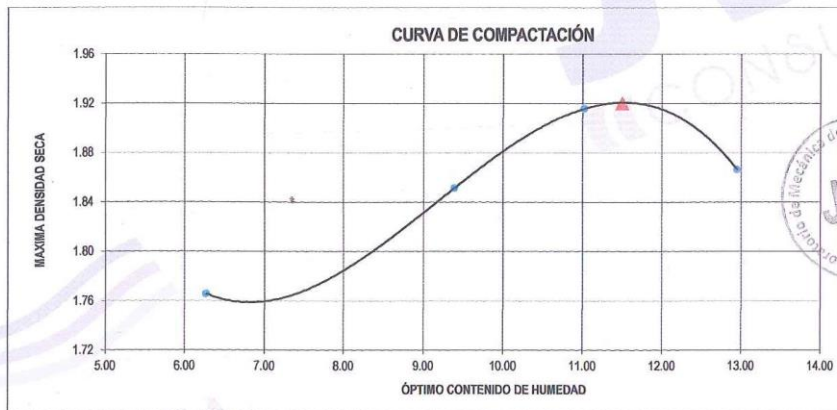
CALICATA : C - 1

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 15% (50% CENIZA + 50% LODO)

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	2445
Volumen del Molde cm ³	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6451.00	6769.00	6996.00	6946.00		
Peso de Molde (gr.)	2445.00	2445.00	2445.00	2445.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4006.00	4324.00	4541.00	4501.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.88	2.03	2.13	2.11		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	96.15	85.37	84.34	89.14		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	91.88	80.15	78.39	81.65		
Peso de Agua (gr.)	4.27	5.22	5.95	7.49		
Peso de Cápsula (gr.)	23.77	24.55	24.40	23.81		
Peso de Suelo Seco (gr.)	68.11	55.60	53.99	57.84		
% de Humedad	6.27	9.39	11.02	12.95		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.77	1.85	1.92	1.87		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.920
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.50


 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

A GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

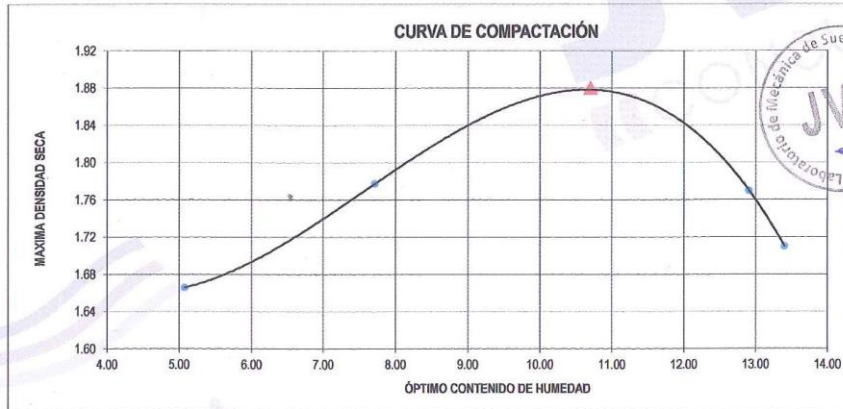
CALICATA : C-1

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 15% (75% CENIZA + 15% LODO)

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	2445
Volumen del Molde cm ³ .	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6182.00	6533.00	6711.00	6585.00		
Peso de Molde (gr.)	2445.00	2445.00	2445.00	2445.00		
Peso del suelo húmedo (gr.)	3737.00	4088.00	4266.00	4140.00		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.75	1.91	2.00	1.94		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	98.87	86.78	87.46	90.55		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	95.74	83.06	81.43	83.89		
Peso de Agua (gr.)	3.13	3.72	6.03	6.67		
Peso de Cápsula (gr.)	34.07	34.85	34.70	34.11		
Peso de Suelo Seco (gr.)	61.67	48.21	46.73	49.78		
% de Humedad	5.08	7.72	12.90	13.40		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.67	1.78	1.77	1.71		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.880
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.70

(Firma)
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
 MÉTODO C
 ASTM D-1557**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

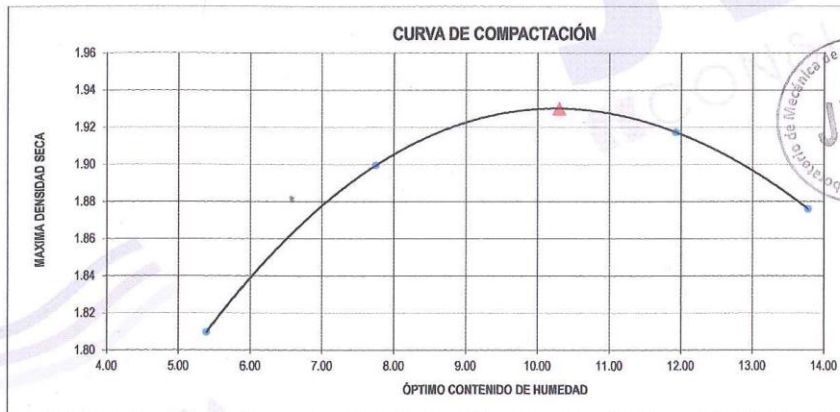
CALICATA : C-1

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 15% (0% CENIZA + 100% LODO)

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	2445
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56


MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6517.00	6815.00	7027.00	7002.00		
Peso de Molde (gr.)	2445.00	2445.00	2445.00	2445.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4072.00	4370.00	4582.00	4557.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.91	2.05	2.15	2.13		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	95.92	85.44	83.97	88.14		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	92.23	81.06	77.62	80.35		
Peso de Agua (gr.)	3.69	4.38	6.35	7.79		
Peso de Cápsula (gr.)	23.77	24.55	24.40	23.81		
Peso de Suelo Seco (gr.)	68.46	56.51	53.22	56.54		
% de Humedad	5.39	7.75	11.93	13.78		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.81	1.90	1.92	1.88		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.930
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.30


 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

ANEXO 6.3: Ensayo de Proctor modificado de C-1 +25% estabilizador.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

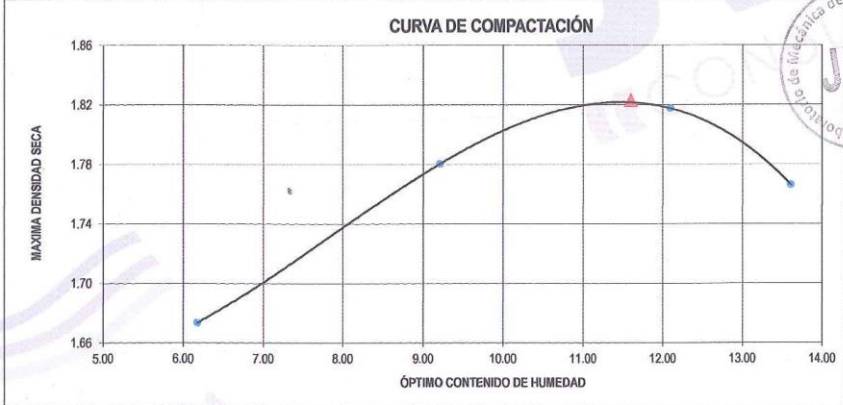
PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

CALICATA :	C - 1		
ESTRATO :	E - 1		
ADICIÓN :	25% (100% CENIZA + 0% LODO)		


Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	2445
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6239.00	6596.00	6795.00	6729.00		
Peso de Molde (gr.)	2445.00	2445.00	2445.00	2445.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3794.00	4151.00	4350.00	4284.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.78	1.94	2.04	2.01		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	97.16	84.32	83.33	89.36		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	92.89	79.28	76.97	81.51		
Peso de Agua (gr)	4.27	5.04	6.36	7.85		
Peso de Cápsula (gr.)	23.77	24.55	24.40	23.81		
Peso de Suelo Seco (gr.)	69.12	54.73	52.57	57.70		
% de Humedad	6.18	9.21	12.10	13.60		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.67	1.78	1.82	1.77		

CURVA DE COMPACTACIÓN



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.82
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.60



Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
 MÉTODO C
 ASTM D-1557**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

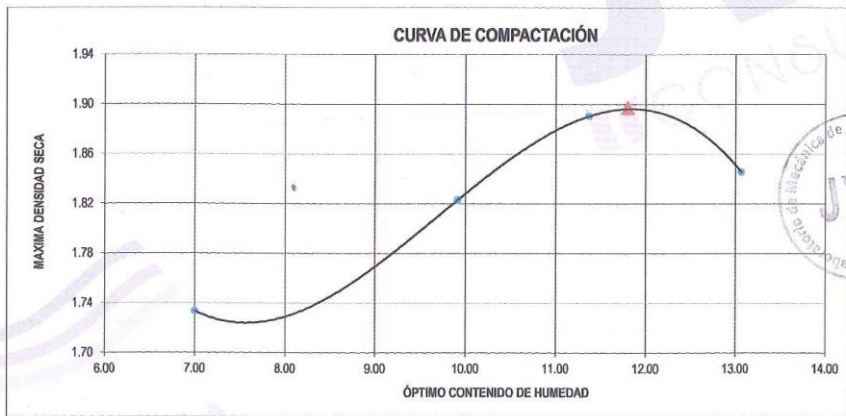
CALICATA : C - 1

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 25% (50% CENIZA + 50% LODO)

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	2445
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6405.00	6723.00	6940.00	6900.00		
Peso de Molde (gr.)	2445.00	2445.00	2445.00	2445.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3960.00	4278.00	4495.00	4455.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.85	2.00	2.11	2.09		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	106.65	95.87	94.84	99.64		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	101.38	89.65	87.89	91.15		
Peso de Agua (gr.)	5.27	6.22	6.95	8.49		
Peso de Cápsula (gr.)	26.12	26.90	26.75	26.16		
Peso de Suelo Seco (gr.)	75.26	62.75	61.14	64.99		
% de Humedad	7.00	9.91	11.37	13.06		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.73	1.82	1.89	1.85		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.897
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.80




 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO

MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

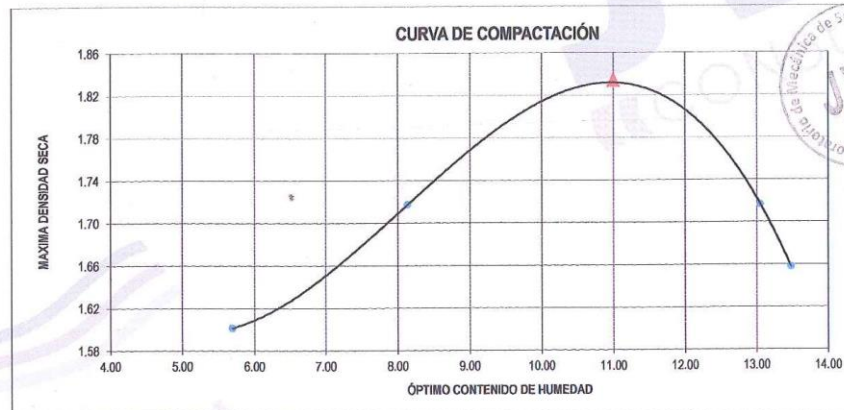
CALICATA : C-1

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 25% (75% CENIZA + 25% LODO)

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	2445
Volumen del Molde cm ³	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6059.00	6410.00	6588.00	6462.00		
Peso de Molde (gr.)	2445.00	2445.00	2445.00	2445.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3614.00	3965.00	4143.00	4017.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.69	1.86	1.94	1.88		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	109.37	97.28	97.96	101.06		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	105.44	92.76	90.93	93.39		
Peso de Agua (gr)	3.93	4.52	7.03	7.67		
Peso de Cápsula (gr.)	36.42	37.20	37.05	36.46		
Peso de Suelo Seco (gr.)	69.02	55.56	53.88	56.93		
% de Humedad	5.69	8.14	13.05	13.47		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.60	1.72	1.72	1.66		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.834
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.00

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
 MÉTODO C
 ASTM D-1557**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

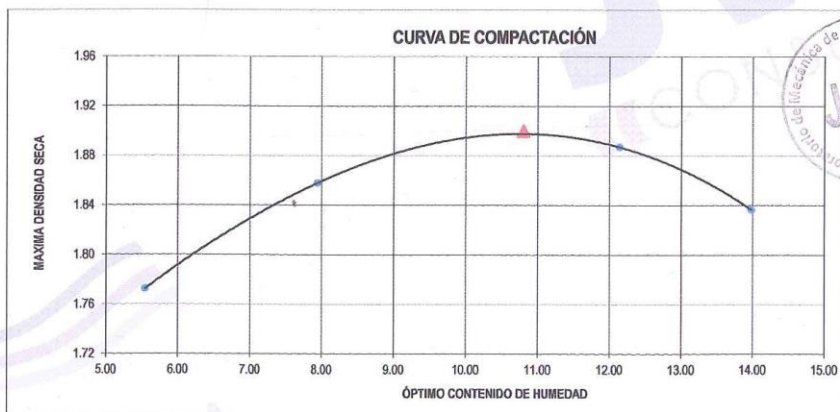
CALICATA : C - 1

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 25% (0% CENIZA + 100% LODO)

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	2445
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	6439.00	6727.00	6963.00	6914.00		
Peso de Molde (gr.)	2445.00	2445.00	2445.00	2445.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3994.00	4282.00	4518.00	4469.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.87	2.01	2.12	2.09		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	101.55	91.07	89.60	93.77		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	97.76	86.59	83.15	85.88		
Peso de Agua (gr.)	3.79	4.48	6.45	7.89		
Peso de Cápsula (gr.)	29.40	30.18	30.03	29.44		
Peso de Suelo Seco (gr.)	68.36	56.41	53.12	56.44		
% de Humedad	5.54	7.94	12.14	13.98		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.77	1.86	1.89	1.84		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.90
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.80


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

ANEXO 6.4: Ensayo de Proctor modificado de C-2.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

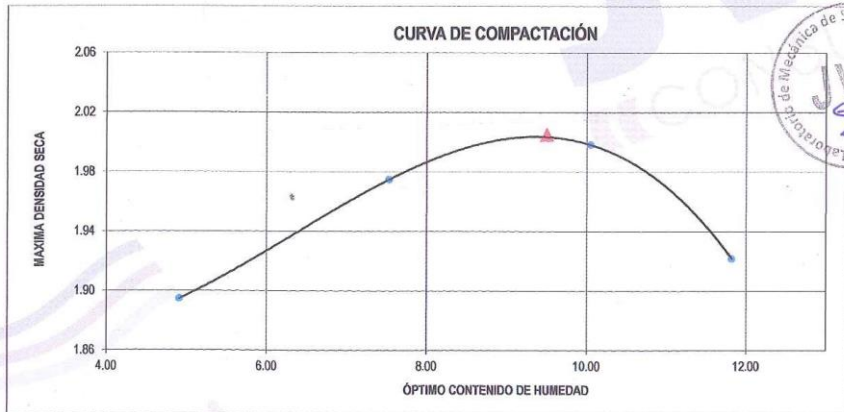
PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

CALICATA : C - 2

ESTRATO : E - 1

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10978.00	11268.00	11429.00	11322.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4244.00	4534.00	4695.00	4588.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.99	2.12	2.20	2.15		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	126.75	108.10	114.41	107.16		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	121.37	101.46	105.07	96.94		
Peso de Agua (gr)	5.38	6.64	9.34	10.22		
Peso de Cápsula (gr.)	11.83	13.32	12.12	10.48		
Peso de Suelo Seco (gr.)	109.54	88.14	92.95	86.46		
% de Humedad	4.91	7.53	10.05	11.82		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.89	1.97	2.00	1.92		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.005
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.50

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANEXO 6.5: Ensayo de Proctor modificado de C-2 +15% estabilizador.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

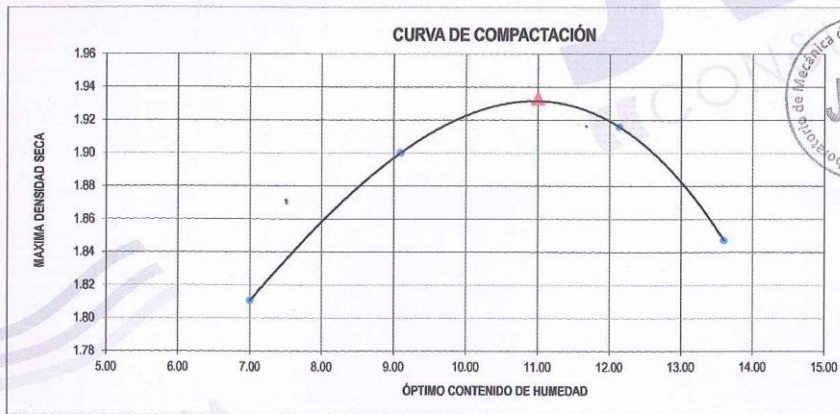
CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 15% (100% CENIZA + 0% LODO)

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³ .	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10870.00	11160.00	11321.00	11214.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4136.00	4426.00	4587.00	4480.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.94	2.07	2.15	2.10		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	304.91	286.26	293.57	286.32		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	290.23	269.22	270.53	261.51		
Peso de Agua (gr)	14.68	17.04	23.04	24.81		
Peso de Cápsula (gr.)	80.41	81.90	80.70	79.06		
Peso de Suelo Seco (gr.)	209.82	187.32	189.83	182.45		
% de Humedad	7.00	9.10	12.14	13.60		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.81	1.90	1.92	1.85		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.933
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.00

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

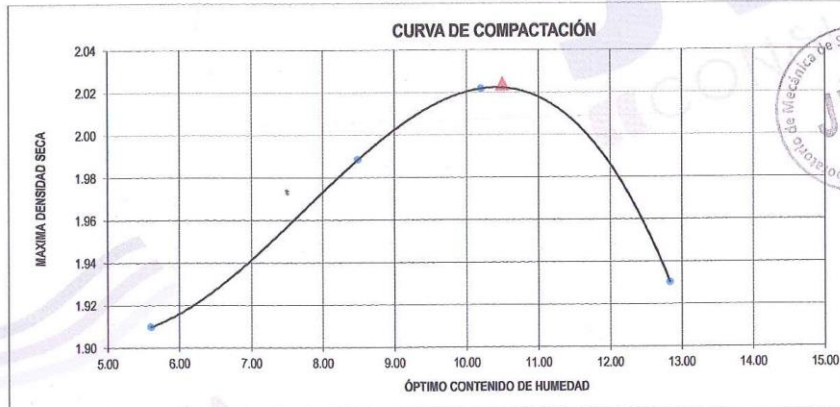
CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 15% (50% CENIZA + 50% LODO)

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11040.00	11340.00	11491.00	11384.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4306.00	4606.00	4757.00	4650.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.02	2.16	2.23	2.18		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	413.49	394.84	402.15	394.90		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	396.81	371.80	374.11	361.09		
Peso de Agua (gr.)	16.68	23.04	28.04	33.81		
Peso de Cápsula (gr.)	98.99	100.48	99.28	97.64		
Peso de Suelo Seco (gr.)	297.82	271.32	274.83	263.45		
% de Humedad	5.60	8.49	10.20	12.83		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.91	1.99	2.02	1.93		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.024
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.50

(Firma)
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

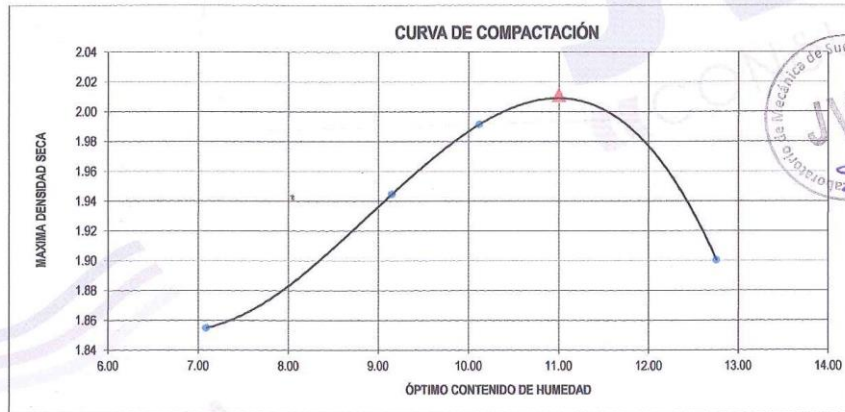
CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 15% (75% CENIZA + 25% LODO)

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10975.00	11266.00	11416.00	11309.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4241.00	4532.00	4682.00	4575.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.99	2.12	2.19	2.14		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	432.07	413.42	420.36	413.48		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	409.39	386.38	389.98	376.67		
Peso de Agua (gr.)	22.68	27.04	30.38	36.81		
Peso de Cápsula (gr.)	89.46	90.95	89.75	88.11		
Peso de Suelo Seco (gr.)	319.93	295.43	300.23	288.56		
% de Humedad	7.09	9.15	10.12	12.76		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.85	1.94	1.99	1.90		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.011
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.00

(Signature)
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
 ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

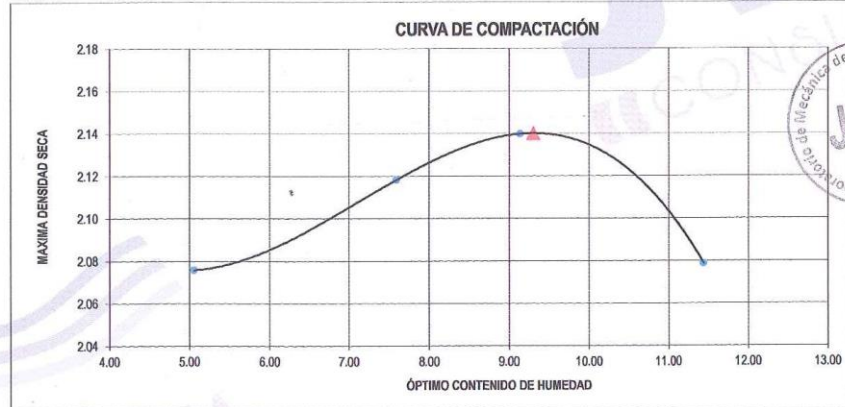
CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 15% (0% CENIZA + 100% LODO)

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11390.00	11600.00	11720.00	11680.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4656.00	4866.00	4986.00	4946.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.16	2.28	2.34	2.32		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	432.07	413.42	420.73	413.48		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	415.39	390.38	392.69	379.67		
Peso de Agua (gr)	16.68	23.04	28.04	33.81		
Peso de Cápsula (gr.)	85.45	86.94	85.74	84.10		
Peso de Suelo Seco (gr.)	329.94	303.44	306.95	295.57		
% de Humedad	5.06	7.59	9.14	11.44		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.08	2.12	2.14	2.08		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.140
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.30




 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANEXO 6.6: Ensayo de Proctor modificado de C-2 +25% estabilizador.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

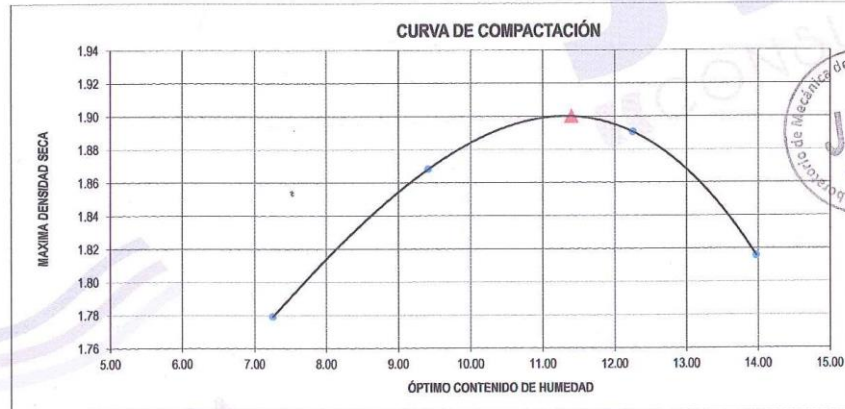
CALICATA : C - 2

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 25% (100% CENIZA + 0% LODO)

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10908.00	11098.00	11265.00	11152.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4074.00	4364.00	4531.00	4418.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.91	2.04	2.12	2.07		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	292.33	273.68	280.99	273.74		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	277.15	256.10	257.75	248.33		
Peso de Agua (gr.)	15.18	17.58	23.24	25.41		
Peso de Cápsula (gr.)	67.83	69.32	68.12	66.48		
Peso de Suelo Seco (gr.)	209.32	186.78	189.63	181.85		
% de Humedad	7.25	9.41	12.26	13.97		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.78	1.87	1.89	1.82		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.900
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.40

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
 ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

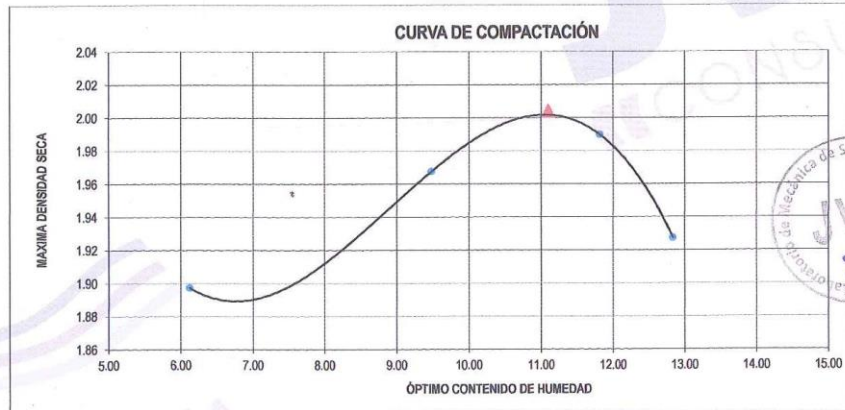
CALICATA : C - 2

ESTRATO : E - 1

ADICIÓN : 25% (60% CENIZA + 60% LODO)

Molde Nº	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³	2135.00
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11033.00	11333.00	11484.00	11377.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4299.00	4599.00	4750.00	4643.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.01	2.15	2.22	2.17		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	440.43	421.78	436.69	427.84		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	420.25	393.24	400.15	389.33		
Peso de Agua (gr)	20.18	28.54	36.54	38.51		
Peso de Cápsula (gr.)	90.63	92.12	90.92	89.28		
Peso de Suelo Seco (gr.)	329.62	301.12	309.23	300.05		
% de Humedad	6.12	9.48	11.82	12.83		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.90	1.97	1.99	1.93		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.004
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.10


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

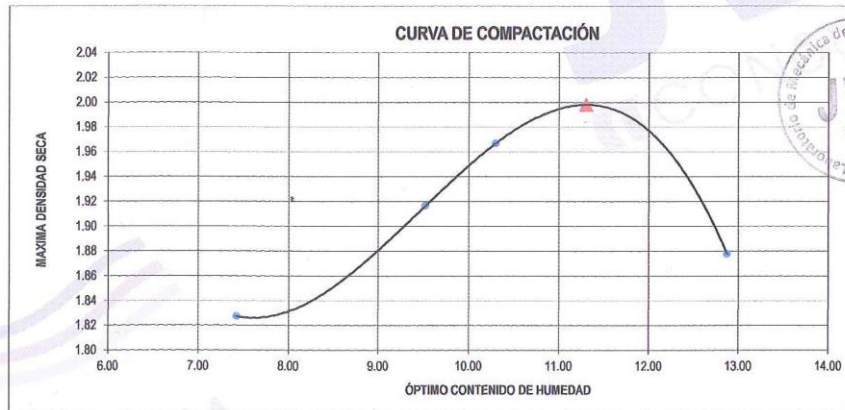
CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 25% (75% CENIZA+25% LODO)

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10825.00	11216.00	11366.00	11259.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4191.00	4482.00	4632.00	4525.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.96	2.10	2.17	2.12		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	422.54	403.89	411.33	403.95		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	398.86	375.85	380.41	366.84		
Peso de Agua (gr)	23.68	28.04	30.92	37.11		
Peso de Cápsula (gr.)	79.93	81.42	80.22	78.58		
Peso de Suelo Seco (gr.)	318.93	294.43	300.19	288.26		
% de Humedad	7.42	9.52	10.30	12.87		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.83	1.92	1.97	1.88		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	1.998
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.30

(Firma)
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

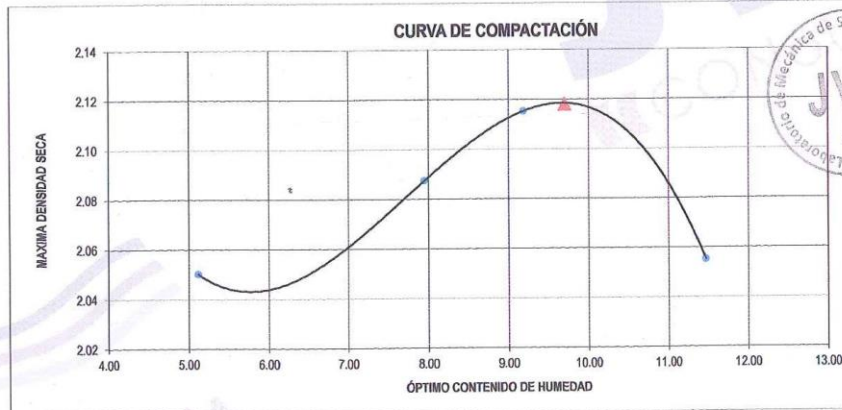
CALICATA : C-2

ESTRATO : E-1

ADICIÓN : 25% (0% CENIZA + 100% LODO)

Molde N°	C-205
Peso del Molde gr.	6734
Volumen del Molde cm ³	2135.00
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11335.00	11545.00	11665.00	11625.00		
Peso de Molde (gr.)	6734.00	6734.00	6734.00	6734.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4601.00	4811.00	4931.00	4891.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.16	2.25	2.31	2.29		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	416.39	397.74	405.05	397.85		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	399.52	373.70	376.87	363.96		
Peso de Agua (gr.)	16.87	24.04	28.18	33.89		
Peso de Cápsula (gr.)	69.77	71.26	70.06	68.42		
Peso de Suelo Seco (gr.)	329.75	302.44	306.81	295.54		
% de Humedad	5.12	7.95	9.18	11.47		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.05	2.09	2.12	2.06		




Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.118
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.70


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 7: Resultados del ensayo de CBR y expansión.

ANEXO 7.1: Ensayo de CBR de C-1.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 28 MAYO DEL 2021

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR


ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12			
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8670	8930	8510	8352	8180	8320		
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4483	4743	4325	4167	3998	4138		
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143		
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.092	2.213	2.018	1.944	1.865	1.931		
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	59.16	61.25	79.64	68.53	70.73	74.62		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	55.98	54.88	74.51	59.46	66.54	63.04		
Peso de Agua (gr.)	3.18	6.37	5.13	9.07	4.19	11.58		
Peso de Cápsula (gr.)	26.90	27.01	27.32	26.88	26.99	27.38		
Peso de Suelo Seco (gr.)	29.08	27.87	47.19	32.58	39.55	35.66		
% de Humedad	10.94	22.86	10.87	27.84	10.59	32.47		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.886	1.801	1.820	1.521	1.687	1.458		

ENSAYO DE EXPANSION


TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	4.256	4.256	3.660	4.417	4.417	3.798	4.825	4.825	4.149
48 hrs	4.589	4.589	3.946	4.832	4.832	4.155	5.147	5.147	4.426
72 hrs	4.893	4.893	4.207	5.217	5.217	4.486	5.631	5.631	4.842
96 hrs	5.127	5.127	4.408	5.573	5.573	4.792	5.898	5.898	5.071

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	19.0	0.98	9.0	0.5	5.0	0.3
1.27	0.050	49.0	2.33	39.0	2.0	24.0	1.2
1.90	0.075	64.0	3.31	62.0	3.2	27.0	1.4
2.54	0.100	109.0	5.63	95.0	4.9	57.0	2.9
3.81	0.150	169.0	8.73	147.0	7.6	97.0	5.0
5.08	0.200	219.0	11.32	187.0	9.7	127.0	6.6
7.62	0.300	309.0	15.97	267.0	13.8	192.0	9.9
10.16	0.400	379.0	19.59	312.0	16.1	222.0	11.5
12.70	0.500	419.0	21.65	337.0	17.4	242.0	12.5

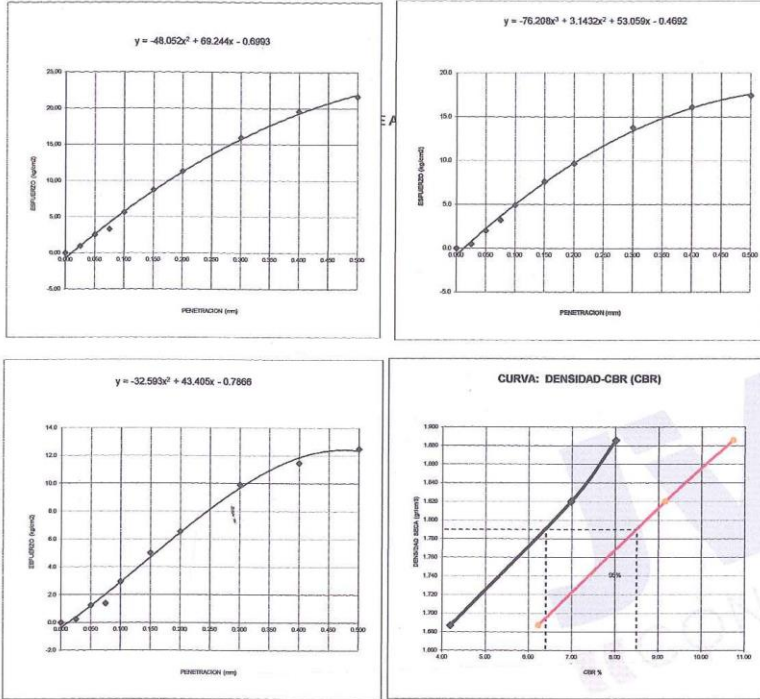


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	5.6	70.35	8.01	1.886
2	0.1	4.9	70.35	6.98	1.820
3	0.1	2.9	70.35	4.19	1.687

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	11.3	105.46	10.73	1.886
2	0.2	9.7	105.46	9.16	1.820
3	0.2	6.6	105.46	6.22	1.687

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %				1.89
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %				1.80
ÓPTIMO Contenido de Humedad				10.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	8.01%	0.2"	10.73%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	6.40%	0.2"	8.50%



Carlos Javier Ramirez Muñiz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 7.2: Ensayo de CBR de C-1 +15% estabilizador.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 15% (100% CENIZA + 6% LODO)

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		SATURADO	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12			
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8598	8727	8497	8624	8167	8398		
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4196	4196	4189	4189		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4416	4545	4301	4428	3978	4207		
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143		
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.051	2.121	2.007	2.066	1.856	1.963		
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	65.89	61.27	79.64	69.53	70.73	74.62		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	61.96	54.38	74.32	59.46	66.35	63.04		
Peso de Agua (gr)	3.93	6.89	5.32	9.07	4.38	11.58		
Peso de Cápsula (gr.)	26.90	27.01	27.32	26.88	26.99	27.38		
Peso de Suelo Seco (gr.)	35.06	27.37	47.00	32.58	39.36	35.66		
% de Humedad	11.21	25.17	11.32	27.84	11.13	32.47		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.853	1.694	1.803	1.616	1.670	1.482		

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.102	1.102	0.948	1.263	1.086	1.633	1.633	1.633	1.404
48 hrs	2.835	2.835	2.438	3.178	3.178	2.733	3.813	3.813	3.279
72 hrs	4.739	4.739	4.075	5.063	5.063	4.353	5.836	5.836	5.018
96 hrs	5.973	5.973	5.136	6.419	6.419	5.519	6.994	6.994	6.014

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

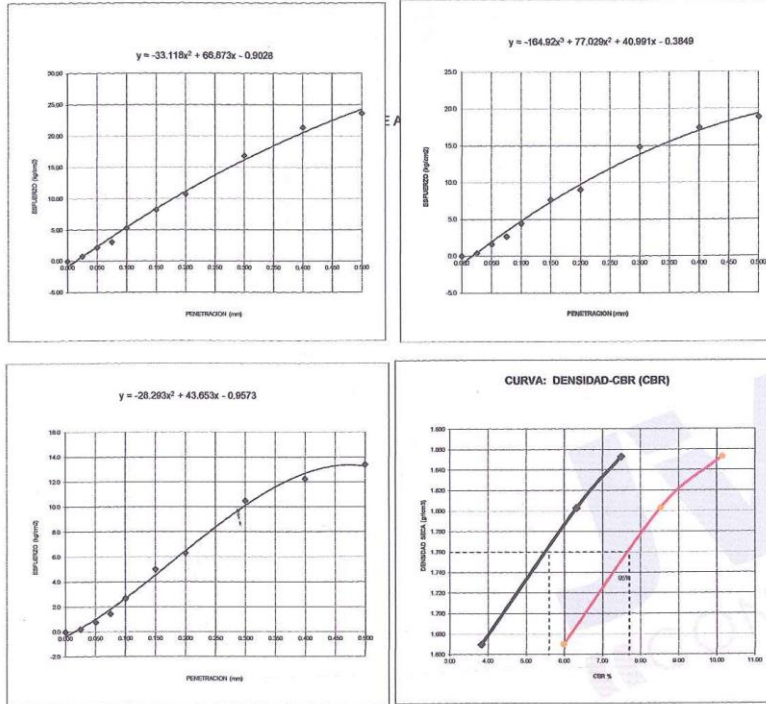
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pu/g	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	15.0	0.78	8.0	0.4	4.0	0.2
1.27	0.050	43.0	2.22	32.0	1.7	15.0	0.8
1.90	0.075	60.0	3.10	52.0	2.7	28.0	1.4
2.54	0.100	102.0	5.27	86.0	4.4	52.0	2.7
3.81	0.150	159.0	8.22	148.0	7.6	97.0	5.0
5.08	0.200	207.0	10.70	174.0	9.0	122.0	6.3
7.62	0.300	326.0	16.85	287.0	14.8	203.0	10.5
10.16	0.400	413.0	21.34	337.0	17.4	237.0	12.2
12.70	0.500	457.0	23.62	365.0	18.9	259.0	13.4


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	5.3	70.35	7.49	1.853
2	0.1	4.4	70.35	6.32	1.803
3	0.1	2.7	70.35	3.82	1.670

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	10.7	105.46	10.14	1.853
2	0.2	9.0	105.46	8.53	1.803
3	0.2	6.3	105.46	5.98	1.670

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %	1.85
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.76
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.20
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 7.49% 0.2" 10.14%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 5.60% 0.2" 7.70%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 15% (50% CENIZA + 50% LODO)

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		SATURADO	
MOLDE	86		25		12			
Nº DE GOLPES POR CAPA	4530		4530		4530			
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8785	8905	8824	8747	8236	8394		
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182		
Peso del suelo húmedo (gr.)	4578	4618	4439	4562	4054	4212		
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143		
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.136	2.155	2.071	2.129	1.892	1.965		
CAPSULA Nº	J-8		J-9		J-20			
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	101.26	105.78	120.12	111.98	113.89	115.48		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	98.04	99.01	115.06	103.10	109.37	104.68		
Peso de Agua (gr)	3.22	6.77	5.06	8.88	4.52	10.80		
Peso de Cápsula (gr.)	69.54	69.65	69.98	69.52	69.63	70.02		
Peso de Suelo Seco (gr.)	28.50	29.36	45.10	33.58	39.74	34.66		
% de Humedad	11.30	23.06	11.22	26.44	11.37	31.16		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.919	1.751	1.862	1.684	1.699	1.499		

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.133	1.133	0.974	1.294	1.113	1.354	1.354	1.164	1.164
48 hrs	2.966	2.966	2.550	2.968	2.552	3.224	3.224	2.772	2.772
72 hrs	3.870	3.870	3.328	4.694	4.036	4.908	4.908	4.220	4.220
96 hrs	5.102	5.102	4.387	6.121	5.263	6.375	6.375	5.482	5.482

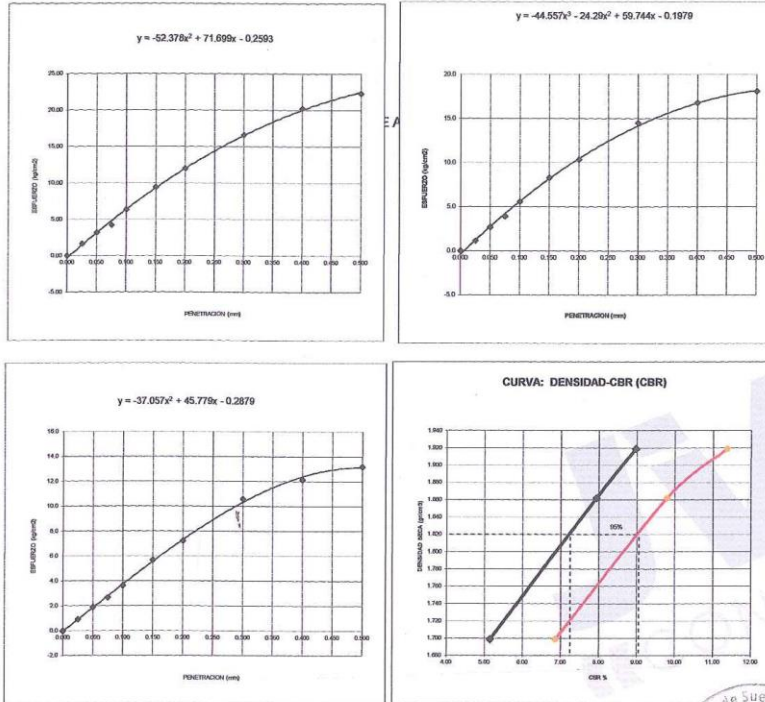
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	32.0	1.65	22.0	1.1	18.0	0.9
1.27	0.050	62.0	3.20	52.0	2.7	37.0	1.9
1.90	0.075	82.0	4.24	75.0	3.9	52.0	2.7
2.54	0.100	122.0	6.30	168.0	5.6	76.0	3.6
3.81	0.150	182.0	9.41	160.0	8.3	110.0	5.7
5.08	0.200	232.0	11.99	280.0	10.3	140.0	7.2
7.62	0.300	322.0	16.64	280.0	14.5	205.0	10.6
10.16	0.400	392.0	20.26	325.0	16.8	235.0	12.1
12.70	0.500	432.0	22.33	350.0	18.1	255.0	13.2


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	6.3	70.35	8.96	1.919
2	0.1	5.6	70.35	7.93	1.862
3	0.1	3.6	70.35	5.14	1.699

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	12.0	105.46	11.37	1.919
2	0.2	10.3	105.46	9.80	1.862
3	0.2	7.2	105.46	6.86	1.699

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	1.92			
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	1.82			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.50			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	8.96%	0.2"	11.37%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.25%	0.2"	9.05%



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 15% (75% CENIZA + 15% LODO)

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
SOBRECARGA (gr.)	4530				4530				4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8675	8781	8617	8549	8319	8413						
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182						
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4488	4594	4332	4364	4137	4231						
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143						
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085						
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.094	2.144	2.021	2.083	1.930	1.974						
CAPSULA Nº	J-5				J-9				J-20			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	122.09	126.61	140.85	132.71	134.72	136.31						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	118.79	119.94	135.83	124.23	130.13	126.51						
Peso de Agua (gr.)	3.30	6.77	5.22	8.48	4.59	9.80						
Peso de Cápsula (gr.)	90.37	90.48	90.79	90.35	90.46	90.85						
Peso de Suelo Seco (gr.)	28.42	29.36	44.84	33.88	39.67	35.66						
% de Humedad	11.61	23.06	11.64	25.03	11.57	27.48						
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.876	1.742	1.811	1.666	1.730	1.549						

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	0.964	0.964	0.829	1.125	0.967	1.495	1.495	1.285	
48 hrs	2.897	2.897	2.319	3.040	2.614	3.675	3.675	3.160	
72 hrs	4.601	4.601	3.956	4.925	4.235	5.698	5.698	4.899	
96 hrs	5.835	5.835	5.017	6.281	5.401	6.856	6.856	5.895	

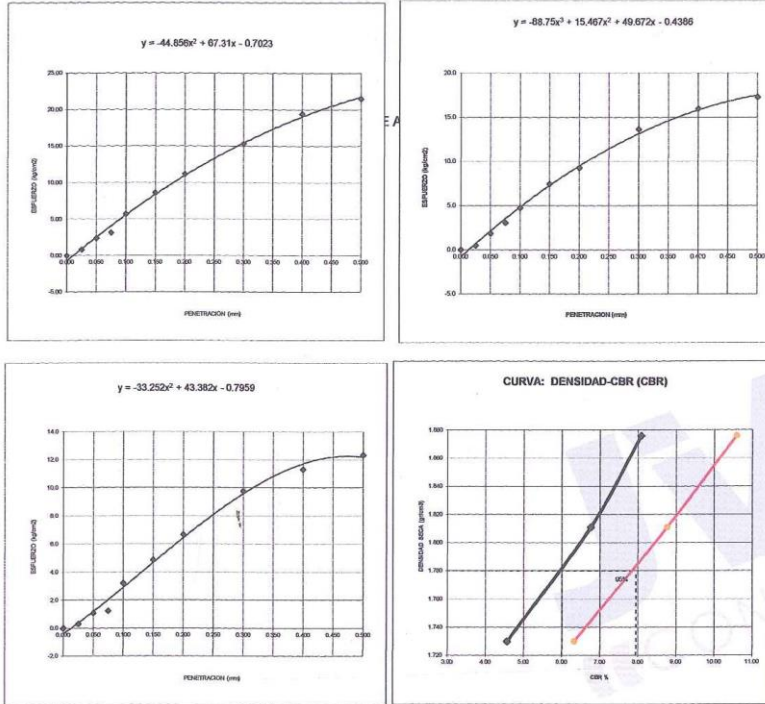
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	16.0	0.83	9.0	0.5	6.0	0.3
1.27	0.050	46.0	2.38	36.0	1.9	21.0	1.1
1.90	0.075	61.0	3.15	59.0	3.0	24.0	1.2
2.54	0.100	116.0	5.68	92.0	4.8	62.0	3.2
3.81	0.150	166.0	8.58	144.0	7.4	94.0	4.9
5.08	0.200	216.0	11.16	179.0	9.3	129.0	6.7
7.62	0.300	297.0	15.35	264.0	13.6	189.0	9.8
10.16	0.400	376.0	19.43	309.0	16.0	219.0	11.3
12.70	0.500	416.0	21.50	334.0	17.3	239.0	12.4


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	5.7	70.35	8.08	1.876
2	0.1	4.8	70.35	6.76	1.811
3	0.1	3.2	70.35	4.55	1.730

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	11.2	105.46	10.58	1.876
2	0.2	9.3	105.46	8.77	1.811
3	0.2	6.7	105.46	6.32	1.730

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.88
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.79
ÓPTIMO Contenido de Humedad	10.70
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 8.08% 0.2" 10.58%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 6.00% 0.2" 7.95%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 15% (5% CENIZA + 10% LODO)

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8770	8860	8649	8772	8261	8389
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4583	4673	4464	4587	4079	4207
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.139	2.181	2.083	2.140	1.903	1.963
CAPSULA Nº	J-4	J-4	J-8	J-8	J-20	J-20
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	106.47	123.99	125.33	127.19	119.19	128.99
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	101.15	107.82	118.61	109.31	111.62	108.93
Peso de Agua (gr.)	5.32	16.37	6.72	17.88	7.57	21.76
Peso de Cápsula (gr.)	28.90	27.01	27.32	28.88	28.99	27.98
Peso de Suelo Seco (gr.)	50.75	74.86	65.17	74.73	70.84	75.23
% de Humedad	10.48	21.87	10.31	23.93	10.69	28.92
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.936	1.769	1.888	1.727	1.720	1.623

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.030	1.030	0.886	1.191	1.191	1.024	1.251	1.251	1.076
48 hrs	2.863	2.863	2.462	2.865	2.865	2.463	3.121	3.121	2.684
72 hrs	3.767	3.767	3.239	4.591	4.591	3.948	4.805	4.805	4.132
96 hrs	4.999	4.999	4.298	6.018	6.018	5.175	6.272	6.272	5.383

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

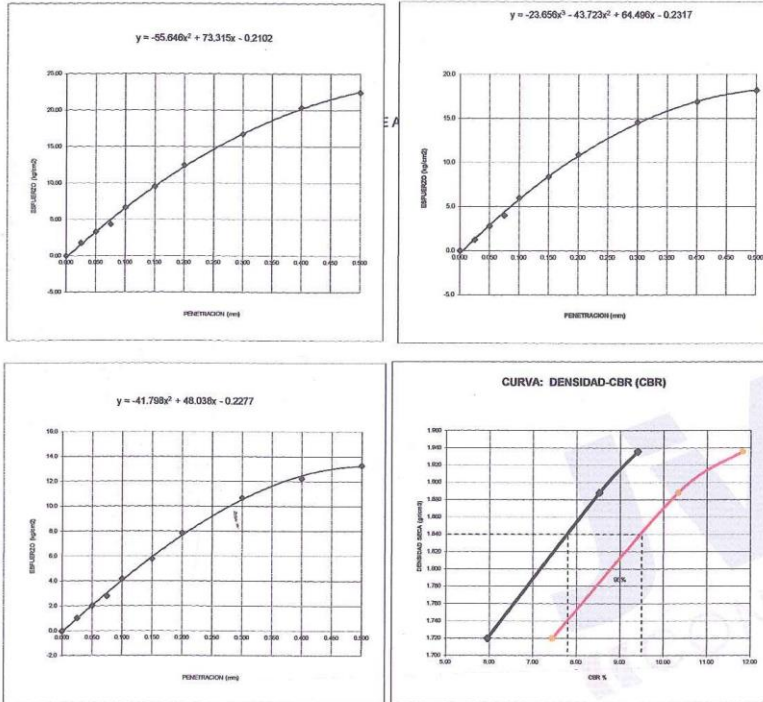
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	34.0	1.76	34.0	1.2	20.0	1.0
1.27	0.050	64.0	3.31	54.0	2.8	39.0	2.0
1.90	0.075	94.0	4.34	77.0	4.0	54.0	2.8
2.54	0.100	128.0	6.61	116.0	6.0	81.0	4.2
3.81	0.150	184.0	9.51	162.0	8.4	112.0	5.8
5.08	0.200	241.0	12.43	211.0	10.9	153.0	7.9
7.62	0.300	324.0	16.74	282.0	14.6	207.0	10.7
10.16	0.400	394.0	20.36	327.0	16.9	237.0	12.2
12.70	0.500	434.0	22.43	352.0	18.2	257.0	13.3

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	6.6	70.35	9.40	1.936
2	0.1	6.0	70.35	8.52	1.888
3	0.1	4.2	70.35	5.95	1.720

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.5	105.46	11.81	1.936
2	0.2	10.9	105.46	10.34	1.888
3	0.2	7.9	105.46	7.45	1.720

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %		1.93		
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %		1.83		
ÓPTIMO Contenido de Humedad		10.30		
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	9.40%	0.2"	11.81%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.80%	0.2"	9.50%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 7.3: Ensayo de CBR de C-1 +25% estabilizador.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 25% (100% CENIZA + 0% LODO)

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8573	8772	8472	8549	8142	8371
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4195	4196	4169	4189
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4391	4590	4276	4353	3953	4182
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.049	2.142	1.995	2.031	1.845	1.951
CAPSULA Nº	J-8		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	79.45	74.83	93.20	82.09	84.29	88.19
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	75.52	67.94	87.88	73.02	79.91	76.60
Peso de Agua (gr)	3.93	6.89	5.32	9.07	4.38	11.58
Peso de Cápsula (gr.)	40.46	40.57	40.88	40.44	40.55	40.94
Peso de Suelo Seco (gr.)	35.06	27.37	47.00	32.58	39.36	35.66
% de Humedad	11.21	25.17	11.32	27.84	11.13	32.47
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.842	1.711	1.782	1.589	1.860	1.473

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.626	1.626	1.398	1.787	1.537	1.537	2.157	2.157	1.855
48 hrs	3.359	3.359	2.898	3.702	3.183	3.183	4.337	4.337	3.729
72 hrs	5.263	5.263	4.525	5.587	4.804	4.804	6.360	6.360	5.469
96 hrs	6.497	6.497	5.586	6.943	6.943	5.970	7.518	7.518	6.464

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	13.0	0.67	7.0	0.4	4.0	0.2
1.27	0.050	41.0	2.12	30.0	1.6	13.0	0.7
1.90	0.075	58.0	3.00	50.0	2.6	26.0	1.3
2.54	0.100	100.0	5.17	84.0	4.3	50.0	2.6
3.81	0.150	157.0	8.11	146.0	7.5	95.0	4.9
5.08	0.200	205.0	10.59	172.0	8.9	120.0	6.2
7.62	0.300	324.0	16.74	285.0	14.7	201.0	10.4
10.16	0.400	411.0	21.24	335.0	17.3	235.0	12.1
12.70	0.500	445.0	23.00	363.0	18.8	257.0	13.3

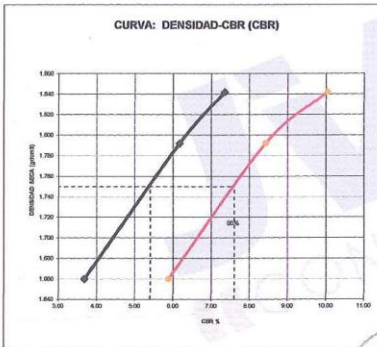
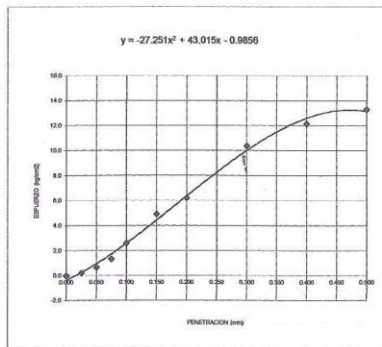
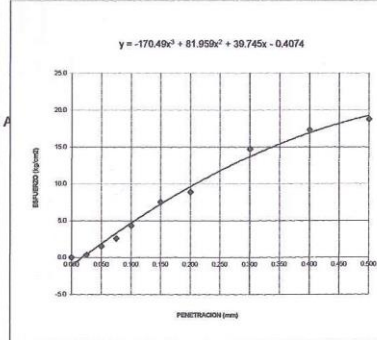
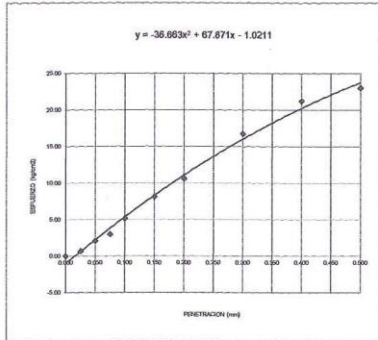
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	5.2	70.35	7.35	1.842
2	0.1	4.3	70.35	6.17	1.792
3	0.1	2.6	70.35	3.67	1.660

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	10.6	105.46	10.05	1.842
2	0.2	8.9	105.46	8.43	1.792
3	0.2	6.2	105.46	5.88	1.660

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %	1.82			
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.73			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.60			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.35%	0.2"	10.05%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	5.40%	0.2"	7.60%



(Signature)
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAJO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 25% (50% CENIZA + 50% LODO)

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
MOLDE	56				25				12			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
SOBRECARGA (gr.)	4530				4530				4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8727	8937	8516	8619	8138	8286	8138	8286	8138	8286	8138	8286
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182	4182	4182	4182	4182	4182	4182
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4540	4850	4331	4434	3956	4104	3956	4104	3956	4104	3956	4104
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.119	2.170	2.021	2.069	1.846	1.915	1.846	1.915	1.846	1.915	1.846	1.915
CAPSULA Nº	J-6				J-9				J-20			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	143.90	148.42	162.76	154.62	156.53	158.12	156.53	158.12	156.53	158.12	156.53	158.12
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	140.56	141.59	157.46	145.88	151.83	147.12	151.83	147.12	151.83	147.12	151.83	147.12
Peso de Agua (gr)	3.34	6.83	5.30	8.94	4.70	11.00	4.70	11.00	4.70	11.00	4.70	11.00
Peso de Cápsula (gr.)	112.18	112.29	112.60	112.16	112.27	112.66	112.27	112.66	112.27	112.66	112.27	112.66
Peso de Suelo Seco (gr.)	28.38	29.30	44.86	33.52	39.56	34.46	39.56	34.46	39.56	34.46	39.56	34.46
% de Humedad	11.77	23.31	11.81	26.67	11.89	31.92	11.89	31.92	11.89	31.92	11.89	31.92
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.895	1.760	1.808	1.633	1.850	1.452	1.850	1.452	1.850	1.452	1.850	1.452

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	2.113	2.113	1.817	2.274	2.274	1.955	2.334	2.334	2.007
48 hrs	3.946	3.946	3.303	3.948	3.948	3.395	4.204	4.204	3.615
72 hrs	4.850	4.850	4.170	5.674	5.674	4.879	5.888	5.888	5.063
96 hrs	6.082	6.082	5.230	7.101	7.101	6.106	7.355	7.355	6.324

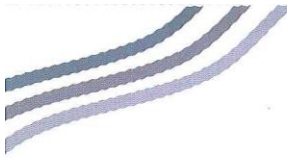
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	26.0	1.34	16.0	0.8	12.0	0.6
1.27	0.050	56.0	2.89	46.0	2.4	31.0	1.6
1.90	0.075	76.0	3.93	69.0	3.6	46.0	2.4
2.54	0.100	116.0	5.99	96.0	5.1	60.0	3.1
3.81	0.150	176.0	9.19	154.0	8.0	104.0	5.4
5.08	0.200	216.0	11.16	184.0	9.5	124.0	6.4
7.62	0.300	316.0	16.33	274.0	14.2	199.0	10.3
10.16	0.400	386.0	19.95	319.0	16.5	229.0	11.8
12.70	0.500	426.0	22.02	344.0	17.8	249.0	12.9

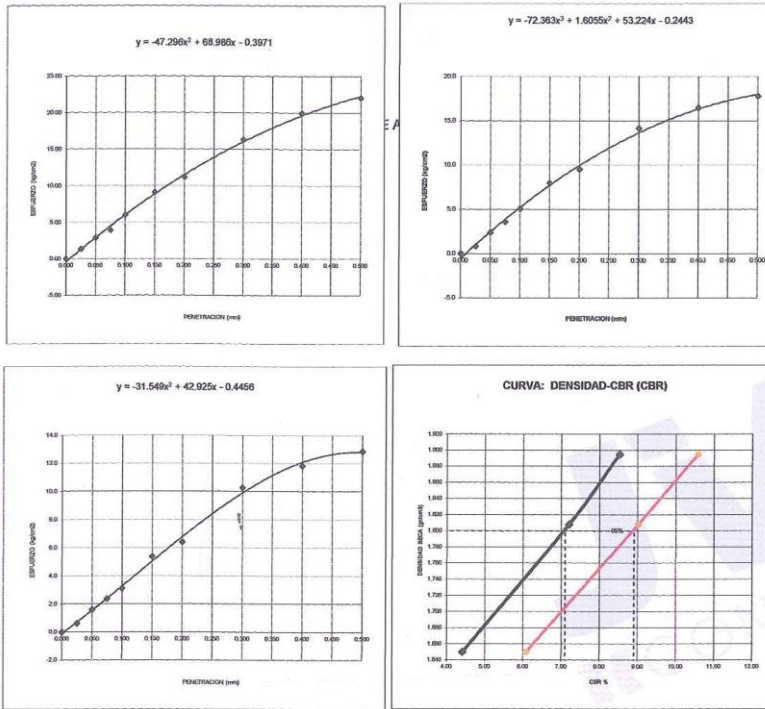

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



CALIGATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	6.0	70.35	8.52	1.895
2	0.1	5.1	70.35	7.20	1.808
3	0.1	3.1	70.35	4.41	1.650

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	11.2	105.46	10.58	1.895
2	0.2	9.5	105.46	9.02	1.808
3	0.2	6.4	105.46	6.08	1.650

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.90			
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.80			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.80			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	8.52%	0.2"	10.58%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.10%	0.2"	8.90%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 25% (75% CENIZA + 25% LODO)

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8622	8768	8464	8596	8266	8420
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4435	4581	4279	4411	4084	4238
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.070	2.138	1.997	2.058	1.905	1.978
CAPSULA Nº	J-8		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	185.56	190.08	204.32	196.18	198.19	199.78
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	182.41	183.13	199.26	187.42	183.76	189.68
Peso de Agua (gr)	3.15	6.95	5.06	8.76	4.43	10.10
Peso de Cápsula (gr.)	153.84	153.95	154.26	153.82	153.93	154.32
Peso de Suelo Seco (gr.)	28.57	29.18	45.00	33.60	39.83	35.36
% de Humedad	11.03	23.82	11.24	28.07	11.12	28.56
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.864	1.726	1.795	1.633	1.715	1.538

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.111	1.111	0.955	1.272	1.094	1.642	1.642	1.412	
48 hrs	2.844	2.844	2.445	3.187	2.740	3.822	3.822	3.286	
72 hrs	4.748	4.748	4.083	5.072	4.361	5.845	5.845	5.026	
96 hrs	5.982	5.982	5.144	6.428	5.527	7.003	7.003	6.021	

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

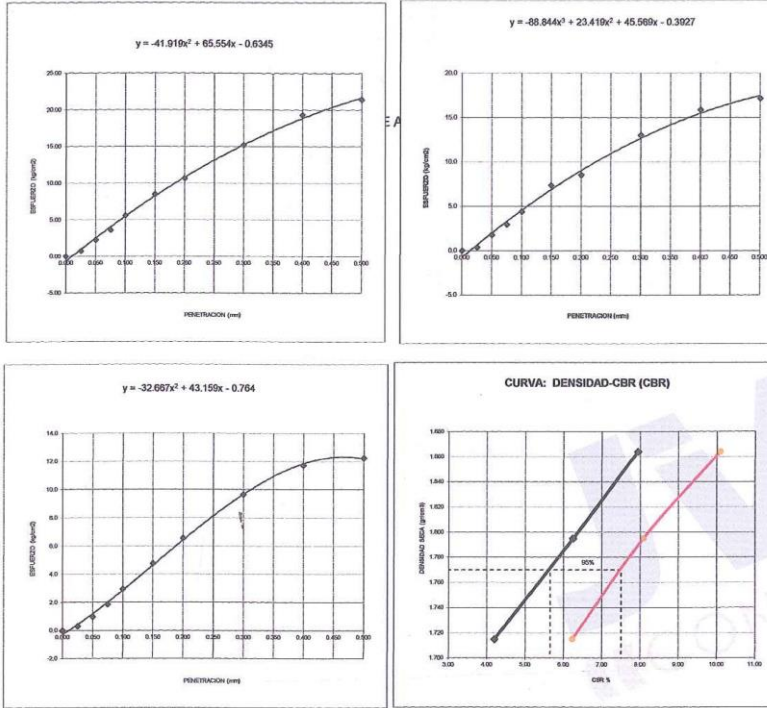
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	14.0	0.72	7.0	0.4	6.0	0.3
1.27	0.050	44.0	2.27	34.0	1.8	19.0	1.0
1.90	0.075	70.0	3.62	57.0	2.9	36.0	1.9
2.54	0.100	108.0	5.58	85.0	4.4	57.0	2.9
3.81	0.150	164.0	8.48	142.0	7.3	92.0	4.8
5.08	0.200	286.0	10.65	165.0	8.5	127.0	6.6
7.62	0.300	395.0	15.25	252.0	13.0	187.0	9.7
10.16	0.400	374.0	19.33	307.0	15.9	227.0	11.7
12.70	0.500	414.0	21.40	332.0	17.2	237.0	12.2

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	5.6	70.35	7.93	1.864
2	0.1	4.4	70.35	6.24	1.795
3	0.1	2.9	70.35	4.19	1.715

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	10.6	105.46	10.09	1.864
2	0.2	8.5	105.46	8.09	1.795
3	0.2	6.6	105.46	6.22	1.715

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.83			
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.74			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.00			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.93%	0.2"	10.09%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	5.65%	0.2"	7.50%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAJO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 25% (9% CENIZA + 100% LODO)

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8698	8907	8626	8729	8238	8336
Peso de Molde (gr.)	4187	4187	4185	4185	4182	4182
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4511	4820	4441	4544	4056	4154
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.105	2.156	2.072	2.120	1.893	1.938
CAPSULA Nº	J-8		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	114.38	131.97	133.31	135.17	127.17	136.67
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	108.92	115.60	128.23	117.29	119.51	114.91
Peso de Agua (gr.)	5.46	16.37	7.08	17.88	7.66	21.76
Peso de Cápsula (gr.)	34.88	34.99	35.30	34.66	34.97	35.36
Peso de Suelo Seco (gr.)	50.75	74.86	65.17	74.73	70.84	75.23
% de Humedad	10.76	21.87	10.86	23.93	10.81	28.92
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.900	1.769	1.869	1.711	1.708	1.604

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.228	1.228	1.056	1.389	1.389	1.194	1.449	1.449	1.246
48 hrs	3.061	3.061	2.632	3.063	3.063	2.634	3.319	3.319	2.854
72 hrs	3.965	3.965	3.409	4.789	4.789	4.118	5.003	5.003	4.302
96 hrs	5.197	5.197	4.469	6.216	6.216	5.345	6.470	6.470	5.663

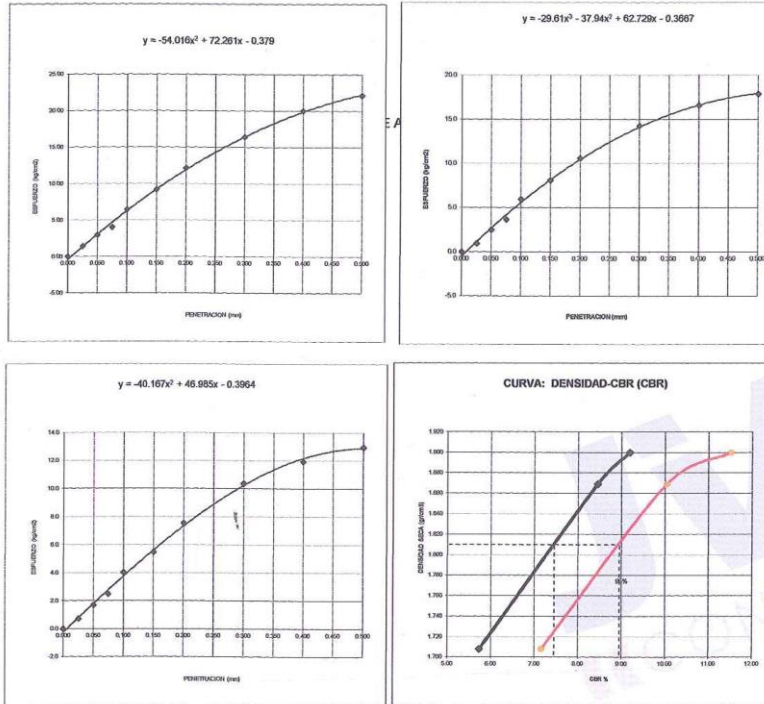
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	28.0	1.45	18.0	0.9	14.0	0.7
1.27	0.050	58.0	3.00	48.0	2.5	33.0	1.7
1.90	0.075	78.0	4.03	71.0	3.7	48.0	2.5
2.54	0.100	125.0	6.46	115.0	5.9	78.0	4.0
3.81	0.150	178.0	9.20	156.0	8.1	106.0	5.5
5.08	0.200	235.0	12.14	205.0	10.6	146.0	7.5
7.62	0.300	318.0	16.43	276.0	14.3	201.0	10.4
10.16	0.400	388.0	20.05	321.0	16.6	231.0	11.9
12.70	0.500	428.0	22.12	346.0	17.9	251.0	13.0


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



CALICATA : C-1 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	6.5	70.35	9.18	1.900
2	0.1	5.9	70.35	8.45	1.869
3	0.1	4.0	70.35	5.73	1.708

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.1	105.46	11.52	1.900
2	0.2	10.6	105.46	10.05	1.869
3	0.2	7.5	105.46	7.15	1.708

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.90
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.81
ÓPTIMO Contenido de Humedad	10.80
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 9.18% 0.2" 11.52%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 7.45% 0.2" 8.95%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 7.4: Ensayo de CBR de C-2.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

26 DE MAYO DEL 2021

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11920	11960	11760	11840	12840	12620
Peso de Molde (gr.)	7260	7260	7246	7246	8505	8505
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4660	4700	4514	4594	4335	4115
Volumen de Molde (cm ³)	3212	3212	3212	3212	3212	3212
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.19	2.21	2.12	2.16	2.04	1.93
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	176.00	137.50	191.70	151.80	152.70	150.70
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	161.70	124.20	176.00	136.50	140.30	134.50
Peso de Agua (gr)	14.30	13.30	15.70	15.30	12.40	16.20
Peso de Cápsula (gr.)	11.90	12.20	12.50	11.90	11.70	12.20
Peso de Suelo Seco (gr.)	149.80	112.00	163.50	124.60	128.60	122.30
% de Humedad	9.55	11.88	9.60	12.28	9.64	13.25
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.000	1.975	1.936	1.924	1.859	1.708

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.253	1.253	1.077	1.324	1.138	1.369	1.369	1.177	1.177
48 hrs	1.787	1.787	1.537	1.963	1.688	1.983	1.983	1.705	1.705
72 hrs	2.287	2.287	1.966	2.525	2.171	2.678	2.678	2.303	2.303
96 hrs	3.142	3.142	2.702	3.324	2.858	3.487	3.487	2.988	2.988

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

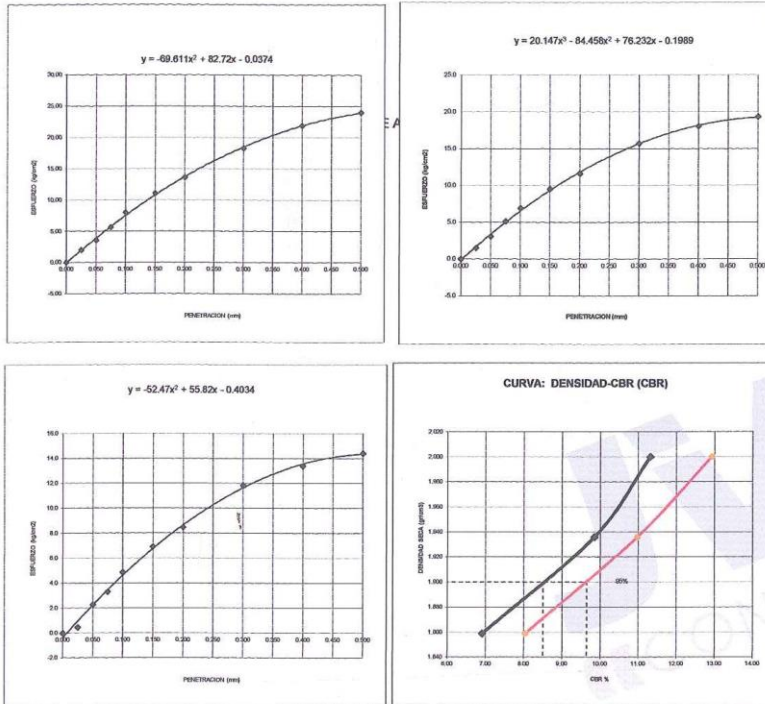
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	39.0	2.02	29.0	1.5	9.0	0.5
1.27	0.050	69.0	3.57	59.0	3.0	44.0	2.3
1.90	0.075	109.0	5.63	99.0	5.1	64.0	3.3
2.54	0.100	154.0	7.95	134.0	6.9	94.0	4.9
3.81	0.150	214.0	11.06	184.0	9.5	134.0	6.9
5.08	0.200	264.0	13.64	224.0	11.6	164.0	8.5
7.62	0.300	354.0	18.29	304.0	15.7	229.0	11.8
10.16	0.400	424.0	21.91	349.0	18.0	259.0	13.4
12.70	0.500	464.0	23.98	374.0	19.3	279.0	14.4

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	8.0	70.35	11.31	2.000
2	0.1	6.9	70.35	9.84	1.936
3	0.1	4.9	70.35	6.91	1.859

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.6	105.46	12.94	2.000
2	0.2	11.6	105.46	10.98	1.936
3	0.2	8.5	105.46	8.04	1.859

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %				2.01
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %				1.90
ÓPTIMO Contenido de Humedad				9.50
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	11.31%	0.2"	12.94%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	8.50%	0.2"	9.65%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 7.5: Ensayo de CBR de C-2 + 15% estabilizador.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 15% (100% CENIZA-0% LODO)

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR						
ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SATURADO	
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8762	8921	8661	8928	8331	8560
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4196	4196	4189	4189
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4580	4739	4465	4732	4142	4371
Volumen de Molde (cm3)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.137	2.211	2.084	2.208	1.933	2.040
CAPSULA Nº	J-8		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	225.76	229.14	239.51	228.40	230.60	244.49
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	206.83	200.25	218.19	195.33	211.22	203.91
Peso de Agua (gr)	18.93	28.89	21.32	33.07	19.38	40.58
Peso de Cápsula (gr.)	35.57	35.68	35.99	35.55	35.66	36.05
Peso de Suelo Seco (gr.)	171.26	164.57	182.20	159.78	175.56	167.86
% de Humedad	11.05	17.55	11.70	20.70	11.04	24.17
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.925	1.881	1.855	1.829	1.741	1.643

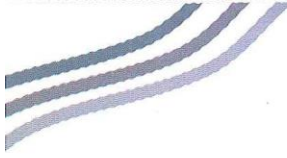
ENSAYO DE EXPANSION									
TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.977	1.977	1.700	1.875	1.875	1.612	1.763	1.763	1.516
48 hrs	3.100	3.100	2.666	3.443	3.443	2.960	4.078	4.078	3.506
72 hrs	5.004	5.004	4.303	5.328	5.328	4.581	6.101	6.101	5.246
96 hrs	5.129	5.129	4.410	5.684	5.684	4.887	6.259	6.259	5.382

ENSAYO DE CARGA PENETRACION							
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm2	Carga (Kg)	Kg/cm2	Carga (Kg)	Kg/cm2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	24.0	1.24	14.0	0.7	9.0	0.5
1.27	0.050	50.0	2.58	41.0	2.1	26.0	1.3
1.90	0.075	85.0	4.39	75.0	3.9	45.0	2.3
2.54	0.100	130.0	6.72	110.0	5.7	70.0	3.6
3.81	0.150	190.0	9.82	160.0	8.3	110.0	5.7
5.08	0.200	240.0	12.40	200.0	10.3	140.0	7.2
7.62	0.300	330.0	17.05	280.0	14.5	205.0	10.6
10.16	0.400	400.0	20.67	325.0	16.8	235.0	12.1
12.70	0.500	440.0	22.74	350.0	18.1	255.0	13.2

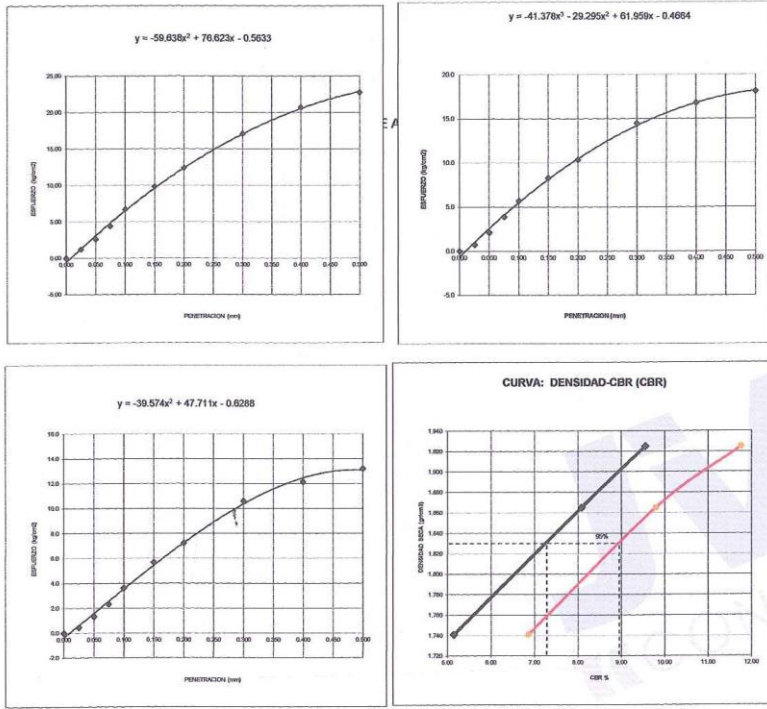
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	6.7	70.35	9.55	1.925
2	0.1	5.7	70.35	8.08	1.865
3	0.1	3.6	70.35	5.14	1.741

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.4	105.46	11.76	1.925
2	0.2	10.3	105.46	9.80	1.865
3	0.2	7.2	105.46	6.86	1.741

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.93
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.84
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 9.55% 0.2" 11.76%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 7.28% 0.2" 8.95%





Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 15% (75% CENIZA + 25% LODO)

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO MOLDE	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		25		12		12		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8959	8981	8741	8968	8421	8620	8421	8620	8421	8620	8421	8620
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4196	4196	4189	4189	4232	4232	4189	4189	4232	4232
Peso del suelo húmedo (gr.)	4777	4799	4545	4772	4232	4431	4232	4431	4189	4189	4232	4431
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.229	2.239	2.121	2.227	1.975	2.068	1.975	2.068	1.975	2.068	1.975	2.068
CAPSULA Nº	J-8		J-9		J-20		J-20		J-20		J-20	
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	405.50	408.88	419.25	412.14	416.34	424.23	416.34	424.23	416.34	424.23	416.34	424.23
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	371.51	381.99	394.12	381.07	381.26	383.85	381.26	383.85	381.26	383.85	381.26	383.85
Peso de Agua (gr.)	33.99	46.89	35.13	51.07	35.08	60.58	35.08	60.58	35.08	60.58	35.08	60.58
Peso de Cápsula (gr.)	65.31	65.42	65.73	65.29	65.40	65.79	65.40	65.79	65.40	65.79	65.40	65.79
Peso de Suelo Seco (gr.)	306.20	296.57	318.39	295.78	315.86	297.86	315.86	297.86	315.86	297.86	315.86	297.86
% de Humedad	11.10	15.81	11.03	17.27	11.11	20.34	11.11	20.34	11.11	20.34	11.11	20.34
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.006	1.934	1.910	1.899	1.777	1.718	1.777	1.718	1.777	1.718	1.777	1.718

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.940	1.940	1.668	1.838	1.838	1.580	1.726	1.726	1.484
48 hrs	3.063	3.063	2.634	3.406	3.406	2.929	4.041	4.041	3.475
72 hrs	3.967	3.967	3.411	3.991	3.991	3.432	4.364	4.364	3.752
96 hrs	4.392	4.392	3.776	4.647	4.647	3.996	4.722	4.722	4.060

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

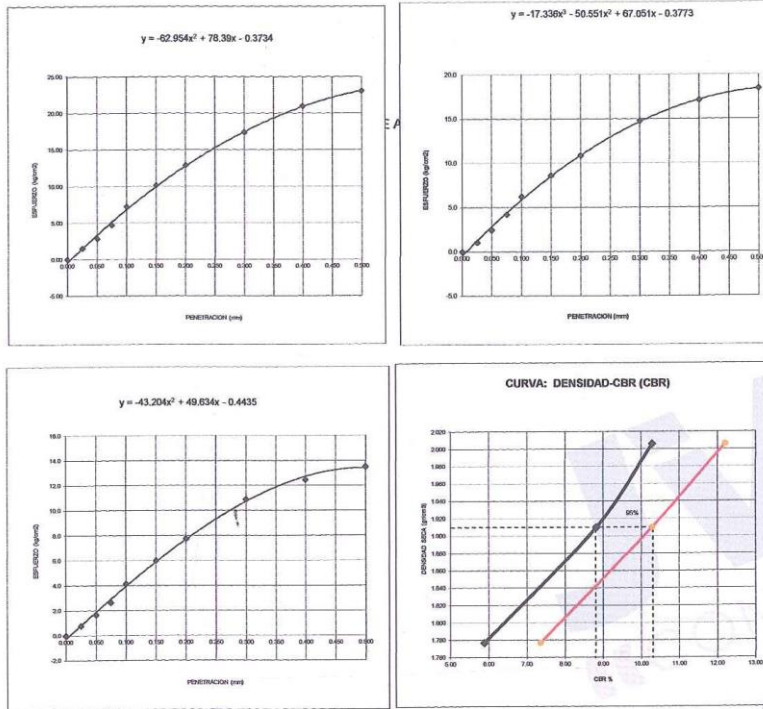
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	30.0	1.35	20.0	1.0	15.0	0.8
1.27	0.050	56.0	2.89	47.0	2.4	32.0	1.7
1.90	0.075	91.0	4.70	81.0	4.2	51.0	2.6
2.54	0.100	140.0	7.24	120.0	6.2	80.0	4.1
3.81	0.150	196.0	10.13	166.0	8.6	116.0	6.0
5.08	0.200	249.0	12.87	210.0	10.9	150.0	7.8
7.62	0.300	336.0	17.36	286.0	14.8	211.0	10.9
10.16	0.400	406.0	20.98	331.0	17.1	241.0	12.5
12.70	0.500	446.0	23.05	356.0	18.4	261.0	13.5

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.2	70.35	10.28	2.006
2	0.1	6.2	70.35	8.82	1.910
3	0.1	4.1	70.35	5.88	1.777

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.9	105.46	12.20	2.006
2	0.2	10.9	105.46	10.29	1.910
3	0.2	7.8	105.46	7.35	1.777

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %	2.01
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.91
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.00
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 10.28% 0.2" 12.20%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 8.80% 0.2" 10.30%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021
ADICIÓN : 15% (60% CENIZA + 40% LODO)

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
MOLDE	56				25				12			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
SOBRECARGA (gr.)	4530				4530				4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8987	9046	8786	9053	8456	8685						
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4196	4196	4189	4189						
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4785	4864	4590	4857	4267	4496						
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143						
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085						
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.233	2.270	2.142	2.266	1.991	2.088						
CAPSULA Nº	J-6				J-9				J-20			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	385.63	389.01	396.38	392.27	396.47	404.36						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	353.13	342.12	365.65	341.20	363.09	343.78						
Peso de Agua (gr)	32.50	46.89	33.73	51.07	33.38	60.58						
Peso de Cápsula (gr.)	45.44	45.55	45.86	45.42	45.53	45.92						
Peso de Suelo Seco (gr.)	307.69	296.57	319.79	295.78	317.56	297.86						
% de Humedad	10.56	15.81	10.55	17.27	10.51	20.34						
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.020	1.960	1.937	1.933	1.802	1.743						

ENSAYO DE EXPANSION

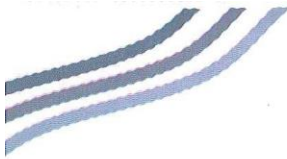
TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.865	1.865	1.604	1.763	1.763	1.516	1.651	1.651	1.420
48 hrs	2.988	2.988	2.569	3.331	3.331	2.864	3.966	3.966	3.410
72 hrs	3.892	3.892	3.347	3.916	3.916	3.367	4.289	4.289	3.688
96 hrs	4.017	4.017	3.454	4.572	4.572	3.931	4.647	4.647	3.996

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

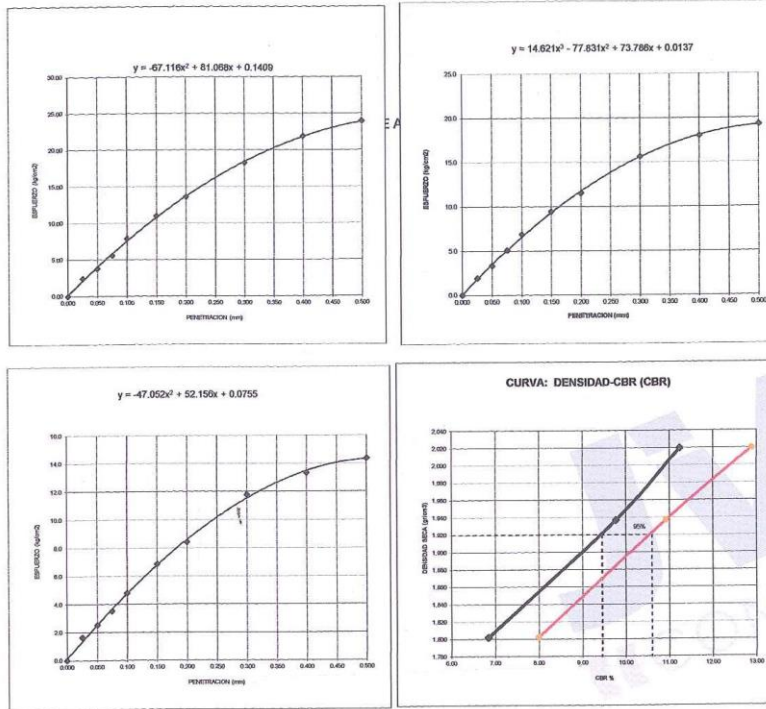
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	47.0	2.43	37.0	1.9	32.0	1.7
1.27	0.050	73.0	3.77	64.0	3.3	49.0	2.5
1.90	0.075	108.0	5.58	98.0	5.1	68.0	3.5
2.54	0.100	153.0	7.91	133.0	6.9	93.0	4.8
3.81	0.150	213.0	11.01	183.0	9.5	133.0	6.9
5.08	0.200	263.0	13.59	223.0	11.5	163.0	8.4
7.62	0.300	353.0	18.24	303.0	15.7	228.0	11.8
10.16	0.400	423.0	21.86	348.0	18.0	258.0	13.3
12.70	0.500	463.0	23.93	373.0	19.3	278.0	14.4


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140574





CALIGATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.9	70.35	11.24	2.020
2	0.1	6.9	70.35	9.77	1.937
3	0.1	4.8	70.35	6.83	1.802

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.6	105.46	12.89	2.020
2	0.2	11.5	105.46	10.93	1.937
3	0.2	8.4	105.46	7.99	1.802

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %		2.02		
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %		1.92		
ÓPTIMO Contenido de Humedad		10.60		
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	11.24%	0.2"	12.89%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	9.45%	0.2"	10.60%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 15% (0% CENIZA + 100% LODO)

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	9190	9171	8994	9178	8796	8810
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4196	4196	4189	4189
Peso del suelo Húmedo (gr.)	5008	4989	4798	4982	4607	4621
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.337	2.328	2.239	2.326	2.160	2.166
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	366.18	369.56	379.93	372.82	377.02	384.91
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	338.86	327.87	351.75	326.75	348.81	329.33
Peso de Agua (gr)	27.32	41.69	28.18	46.07	28.21	55.58
Peso de Cápsula (gr.)	48.12	48.23	48.54	48.10	48.21	48.60
Peso de Suelo Seco (gr.)	290.74	279.64	303.21	278.65	300.60	279.73
% de Humedad	9.40	14.91	9.29	16.53	9.38	20.23
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.136	2.026	2.049	1.995	1.965	1.793

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.753	1.753	1.507	1.651	1.651	1.420	1.639	1.539	1.323
48 hrs	2.876	2.876	2.473	3.219	3.219	2.768	3.854	3.854	3.314
72 hrs	3.780	3.780	3.250	3.804	3.804	3.271	4.177	4.177	3.592
96 hrs	3.905	3.905	3.358	4.460	4.460	3.835	4.635	4.635	3.899

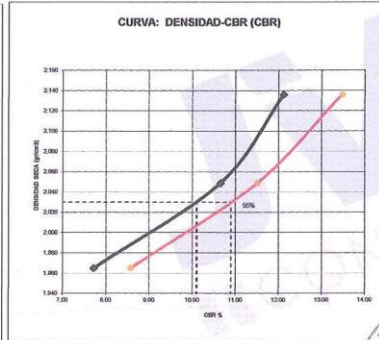
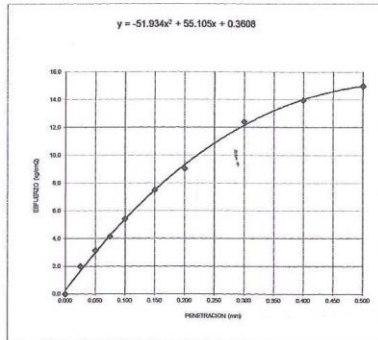
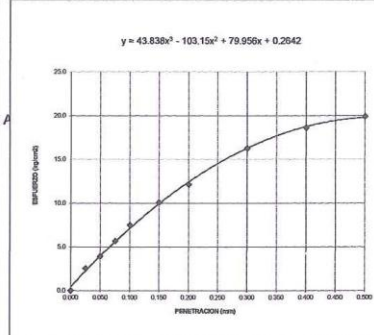
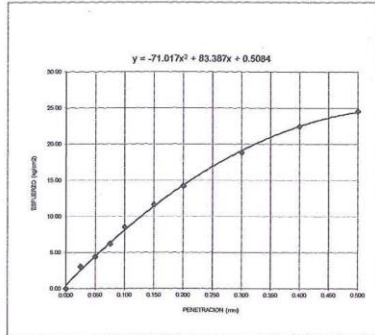
ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	59.0	3.05	49.0	2.5	39.0	2.0
1.27	0.050	85.0	4.39	76.0	3.9	61.0	3.2
1.90	0.075	120.0	6.20	110.0	5.7	80.0	4.1
2.54	0.100	165.0	8.53	145.0	7.5	105.0	5.4
3.81	0.150	235.0	11.63	195.0	10.1	145.0	7.5
5.08	0.200	275.0	14.21	235.0	12.1	175.0	9.0
7.62	0.300	365.0	18.86	315.0	16.3	240.0	12.4
10.16	0.400	435.0	22.48	360.0	18.6	270.0	14.0
12.70	0.500	475.0	24.55	385.0	19.9	290.0	15.0


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	8.5	70.35	12.12	2.136
2	0.1	7.5	70.35	10.65	2.049
3	0.1	5.4	70.35	7.71	1.965

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	14.2	105.46	13.48	2.136
2	0.2	12.1	105.46	11.52	2.049
3	0.2	9.0	105.46	8.58	1.965

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	2.14
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	2.03
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.30
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 12.12% 0.2" 13.48%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 10.10% 0.2" 10.90%



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 7.6: Ensayo de CBR de C-2 + 25% estabilizador.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
 FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021
 ADICIÓN : 25% (100% CENIZA + 0% LODO)

CALICATA : G-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
MOLDE	56				25				12			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
SOBRECARGA (gr.)	4530				4530				4530			
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8722	8921	8641	8928	8351	8560						
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4195	4195	4189	4189						
Peso del suelo húmedo (gr.)	4540	4739	4445	4732	4162	4371						
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143						
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085						
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.119	2.211	2.074	2.208	1.942	2.040						
CAPSULA Nº	J-6				J-9				J-20			
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	253.36	255.99	268.36	255.25	257.45	271.34						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	231.98	227.10	243.63	222.18	235.69	230.76						
Peso de Agua (gr.)	21.38	28.89	22.73	33.07	21.76	40.58						
Peso de Cápsula (gr.)	44.63	44.64	44.95	44.51	44.62	45.01						
Peso de Suelo Seco (gr.)	187.45	182.46	198.68	177.67	191.07	185.75						
% de Humedad	11.41	15.83	11.44	18.61	11.39	21.85						
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.802	1.909	1.861	1.862	1.744	1.674						

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.103	1.103	0.948	1.001	1.001	0.861	1.889	1.889	1.624
48 hrs	2.228	2.228	1.914	2.569	2.569	2.209	3.204	3.204	2.755
72 hrs	4.130	4.130	3.551 *	4.454	4.454	3.830	5.227	5.227	4.494
96 hrs	5.255	5.255	4.518	5.381	5.381	4.627	5.985	5.985	5.146

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

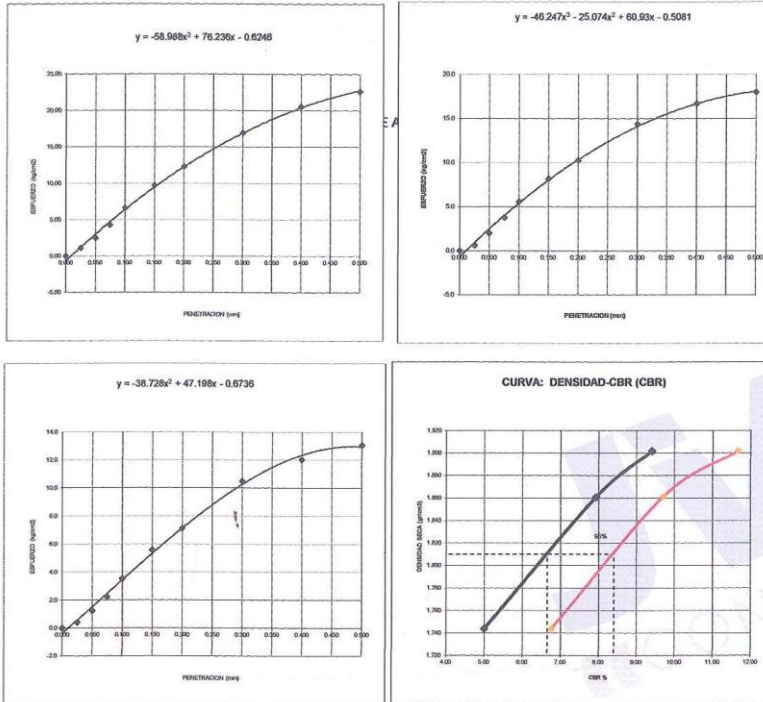
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	22.0	1.14	12.0	0.6	8.0	0.4
1.27	0.050	48.0	2.48	39.0	2.0	24.0	1.2
1.90	0.075	83.0	4.29	73.0	3.8	43.0	2.2
2.54	0.100	128.0	6.61	108.0	5.6	68.0	3.5
3.81	0.150	188.0	9.72	158.0	8.2	108.0	5.6
5.08	0.200	238.0	12.30	198.0	10.2	138.0	7.1
7.62	0.300	328.0	16.95	278.0	14.4	203.0	10.5
10.16	0.400	398.0	20.57	323.0	16.7	233.0	12.0
12.70	0.500	438.0	22.64	348.0	18.0	253.0	13.1

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	6.6	70.35	9.40	1.902
2	0.1	5.6	70.35	7.93	1.861
3	0.1	3.5	70.35	5.00	1.744

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.3	105.46	11.66	1.902
2	0.2	10.2	105.46	9.70	1.861
3	0.2	7.1	105.46	6.76	1.744

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.90			
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.81			
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.40			
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	9.40%	0.2"	11.66%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	6.65%	0.2"	8.40%



[Signature]

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 25% (50% CENIZA + 50% LODO)

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8942	9021	8751	9026	8421	8660
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4196	4196	4189	4189
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4760	4839	4555	4832	4232	4471
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.221	2.258	2.126	2.255	1.975	2.086
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	395.50	398.88	409.85	404.14	408.84	417.23
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	381.59	351.36	374.19	350.23	371.66	353.65
Peso de Agua (gr.)	33.91	47.52	35.66	53.91	35.28	63.58
Peso de Cápsula (gr.)	55.31	55.42	55.73	55.29	55.40	55.79
Peso de Suelo Seco (gr.)	306.28	295.94	318.46	294.94	316.16	297.86
% de Humedad	11.07	16.05	11.20	18.28	11.16	21.35
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.000	1.946	1.911	1.906	1.777	1.719

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.997	1.997	1.717	1.895	1.895	1.629	1.783	1.783	1.533
48 hrs	3.220	3.220	2.769	3.163	3.163	2.720	3.998	3.998	3.438
72 hrs	4.024	4.024	3.460	4.148	4.148	3.567	4.421	4.421	3.801
96 hrs	4.149	4.149	3.567	4.704	4.704	4.045	4.979	4.979	4.281

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

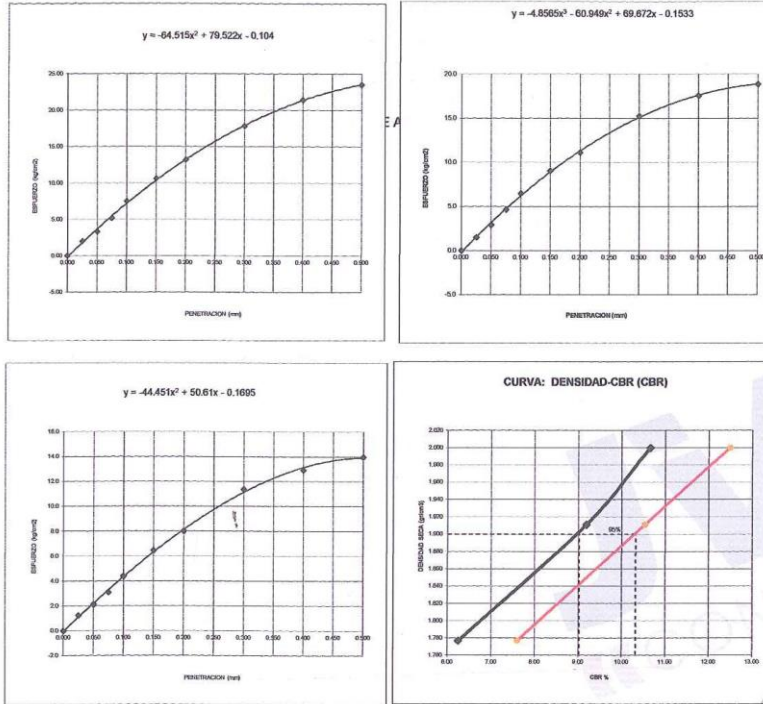
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	39.0	2.02	29.0	1.5	24.0	1.2
1.27	0.050	65.0	3.36	56.0	2.9	41.0	2.1
1.90	0.075	100.0	5.17	90.0	4.7	60.0	3.1
2.54	0.100	145.0	7.49	125.0	6.5	85.0	4.4
3.81	0.150	205.0	10.59	175.0	9.0	125.0	6.5
5.08	0.200	255.0	13.18	215.0	11.1	155.0	8.0
7.62	0.300	345.0	17.83	295.0	15.2	220.0	11.4
10.16	0.400	415.0	21.45	340.0	17.6	250.0	12.9
12.70	0.500	455.0	23.51	365.0	18.9	270.0	14.0


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.5	70.35	10.65	2.000
2	0.1	6.5	70.35	9.18	1.911
3	0.1	4.4	70.35	6.24	1.777

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.2	105.46	12.50	2.000
2	0.2	11.1	105.46	10.54	1.911
3	0.2	8.0	105.46	7.60	1.777

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.00
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.90
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.10
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 10.65% 0.2" 12.50%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 9.02% 0.2" 10.32%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 338.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 25% (75% CENIZA + 25% LODO)

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8935	8916	8686	8903	8376	8555
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4196	4196	4189	4189
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4753	4734	4490	4707	4187	4366
Volumen de Molde (cm ³)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.218	2.209	2.095	2.196	1.954	2.037
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	425.67	428.75	439.12	432.01	436.21	444.10
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	391.06	381.86	403.99	380.94	401.13	383.52
Peso de Agua (gr.)	34.59	46.89	35.13	51.07	35.08	60.58
Peso de Cápsula (gr.)	85.18	85.29	85.60	85.16	85.27	85.66
Peso de Suelo Seco (gr.)	305.90	296.57	318.39	295.78	315.86	297.86
% de Humedad	11.31	15.81	11.03	17.27	11.11	20.34
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.993	1.907	1.887	1.873	1.758	1.693

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	2.015	2.015	1.733	1.913	1.913	1.645	1.801	1.801	1.549
48 hrs	3.138	3.138	2.698	3.481	3.481	2.993	4.116	4.116	3.539
72 hrs	4.042	4.042	3.475	4.066	4.066	3.496	4.439	4.439	3.817
96 hrs	4.467	4.467	3.841	4.722	4.722	4.060	4.797	4.797	4.125

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

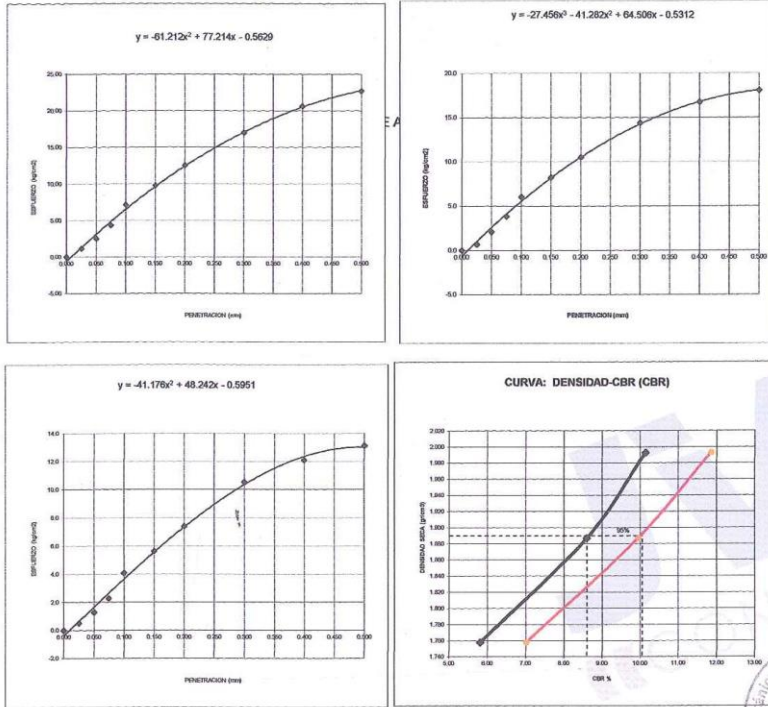
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²	Carga (Kg)	Kg/cm ²
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	23.0	1.19	13.0	0.7	10.0	0.5
1.27	0.050	49.0	2.33	40.0	2.1	25.0	1.3
1.90	0.075	84.0	4.34	74.0	3.8	44.0	2.3
2.54	0.100	136.0	7.13	117.0	6.0	79.0	4.1
3.81	0.150	189.0	9.77	159.0	8.2	109.0	5.6
5.08	0.200	242.0	12.51	203.0	10.5	143.0	7.4
7.62	0.300	329.0	17.00	279.0	14.4	204.0	10.5
10.16	0.400	399.0	20.62	324.0	16.7	234.0	12.1
12.70	0.500	439.0	22.69	349.0	18.0	254.0	13.1


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.1	70.35	10.14	1.993
2	0.1	6.0	70.35	8.59	1.887
3	0.1	4.1	70.35	5.80	1.758

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm2)	PRESION PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.5	105.46	11.86	1.993
2	0.2	10.5	105.46	9.95	1.887
3	0.2	7.4	105.46	7.01	1.758

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.00
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.90
ÓPTIMO Contenido de Humedad	11.30
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 10.14% 0.2" 11.86%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 8.60% 0.2" 10.05%



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO-LAMBAYEQUE

FECHA : 26 DE MAYO DEL 2021

ADICIÓN : 25% (10% CENIZA + 100% LODO)

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 3		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12							
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	9160	9156	8979	9163	8781	8795						
Peso de Molde (gr.)	4182	4182	4196	4196	4189	4189						
Peso de suelo Húmedo (gr.)	4978	4974	4783	4967	4592	4606						
Volumen de Molde (cm3)	2143	2143	2143	2143	2143	2143						
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085						
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.323	2.321	2.232	2.318	2.143	2.149						
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20							
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	372.86	376.24	386.61	379.50	383.70	391.59						
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	344.72	334.55	357.23	333.43	354.49	335.01						
Peso de Agua (gr)	28.14	41.69	29.38	46.07	29.21	56.58						
Peso de Cápsula (gr.)	54.80	54.91	55.22	54.78	54.89	55.28						
Peso de Suelo Seco (gr.)	289.92	279.64	302.01	278.65	299.60	279.73						
% de Humedad	9.71	14.91	9.73	16.53	9.75	20.23						
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.117	2.020	2.034	1.989	1.952	1.788						

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000			0.000			0.000		
24 hrs	1.753	1.753	1.507	1.651	1.651	1.420	1.539	1.539	1.323
48 hrs	2.876	2.876	2.473	3.219	3.219	2.768	3.854	3.854	3.314
72 hrs	3.780	3.780	3.250	3.804	3.804	3.271	4.177	4.177	3.592
96 hrs	3.905	3.905	3.358	4.460	4.460	3.835	4.535	4.535	3.899

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

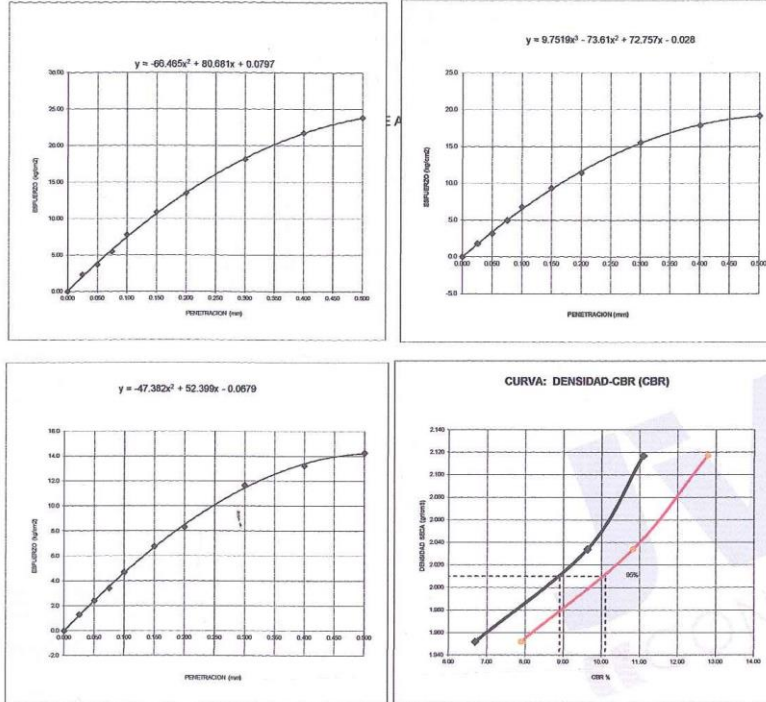
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg.	Carga (Kg)	Kg/cm2	Carga (Kg)	Kg/cm2	Carga (Kg)	Kg/cm2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.025	45.0	2.33	35.0	1.8	25.0	1.3
1.27	0.050	71.0	3.67	62.0	3.2	47.0	2.4
1.90	0.075	106.0	5.48	96.0	5.0	66.0	3.4
2.54	0.100	151.0	7.80	131.0	6.8	91.0	4.7
3.81	0.150	211.0	10.90	181.0	9.4	131.0	6.8
5.08	0.200	261.0	13.49	221.0	11.4	161.0	8.3
7.62	0.300	351.0	18.14	301.0	15.6	226.0	11.7
10.16	0.400	421.0	21.76	346.0	17.9	256.0	13.2
12.70	0.500	461.0	23.82	371.0	19.2	276.0	14.3

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CALICATA : C-2 ESTRATO : E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.8	70.35	11.09	2.117
2	0.1	6.8	70.35	9.62	2.034
3	0.1	4.7	70.35	6.68	1.952

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESIÓN APLICADA (kg/cm2)	PRESIÓN PATRÓN (kg/cm2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.5	105.46	12.79	2.117
2	0.2	11.4	105.46	10.83	2.034
3	0.2	8.3	105.46	7.89	1.952

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557


Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %	2.12
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	2.01
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.70
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1" 11.09% 0.2" 12.79%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1" 8.90% 0.2" 10.10%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 8: Resultados del ensayo de compresión no confinada.

ANEXO 8.1: Ensayo de compresión no confinada C-1.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

**COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

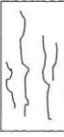
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.80 -1.50
 Calicota : C 01
 N° de Muestra : M-2 (Mts)
 Visual Manual : CH

Descripción de la muestra:
 Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojo.

Tipo de Falla

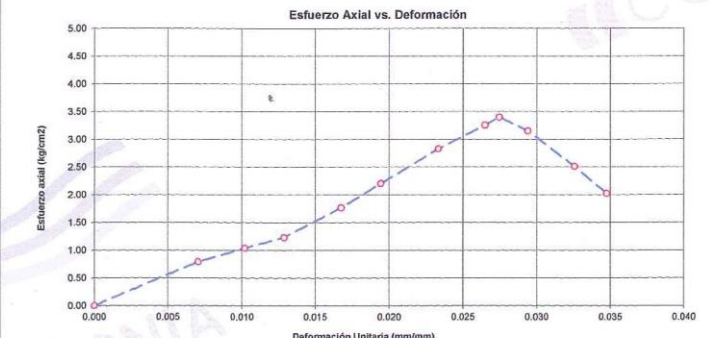
DATOS INICIALES DE LA MUESTRA	
Díametro	5.05 cm
Área	20.03 cm ²
Altura	10.45 cm
Volumen	209.31 cm ³
Masa del suelo húmedo	383.4 g
Masa suelo seco	339.8 g
Contenido de Humedad	12.8 %
Dens. húmeda	1762.000 gr/cm ³
Dens. seca	1347.000 gr/cm ³




RELACION HD
2.1


DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	20.03	0.00
29.00	0.007	16.0	20.17	0.79
42.00	0.010	21.0	20.24	1.04
53.00	0.013	25.0	20.29	1.23
69.00	0.017	36.0	20.37	1.77
80.00	0.019	45.0	20.43	2.20
96.00	0.023	58.0	20.51	2.83
109.00	0.026	67.0	20.57	3.26
113.00	0.027	70.0	20.60	3.40
121.00	0.029	65.0	20.64	3.15
134.00	0.033	52.0	20.70	2.51
143.00	0.035	42.0	20.75	2.02

Esfuerzo Axial vs. Deformación






	qu =	3.40	kg/cm ²	
Resistencia al corte o cohesión =		1.70	kg/cm ²	



Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANEXO 8.2: Ensayo de compresión no confinada C-1 + 15% estabilizador.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00 -1.50

Calicata : C 01

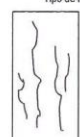
N° de Muestra : 15% CENIZA

Visual Manual : CH

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

Tipo de Falla

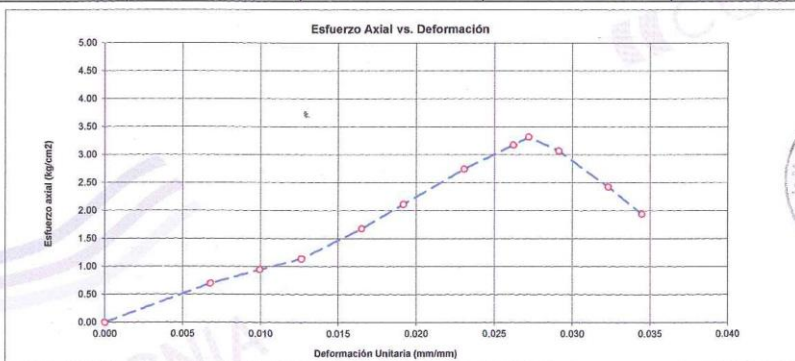
DATOS INICIALES DE LA MUESTRA	
Diámetro	5.04 cm
Area	19.95 cm ²
Altura	10.46 cm
Volumen	208.88 cm ³
Masa del suelo húmedo	383.9 g
Masa suelo seco	337.6 g
Contenido de Humedad	13.7 %
Dens. húmeda	1783.000 gr/cm ³
Dens. seca	1346.000 gr/cm ³




RELACION HD
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Area corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.95	0.00
28.00	0.007	14.0	20.09	0.70
41.00	0.010	19.0	20.15	0.94
52.00	0.013	23.0	20.21	1.14
68.00	0.017	34.0	20.29	1.68
79.00	0.019	43.0	20.34	2.11
95.00	0.023	56.0	20.42	2.74
108.00	0.026	65.0	20.49	3.17
112.00	0.027	68.0	20.51	3.32
120.00	0.029	63.0	20.55	3.07
133.00	0.032	50.0	20.62	2.43
142.00	0.034	40.0	20.68	1.94


Esfuerzo Axial vs. Deformación





qu = 3.32 kg/cm²

Resistencia al corte o cohesión = 1.66 kg/cm²



Carlos Javier Ramirez Munoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

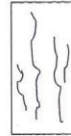
PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : 28 DE MAYO DE 2021
 Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00 - 1.50
 Calicata : C 01
 N° de Muestra : 15% CENIZA (50% CENIZA - 50% LODO)
 Visual Manual : CH

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

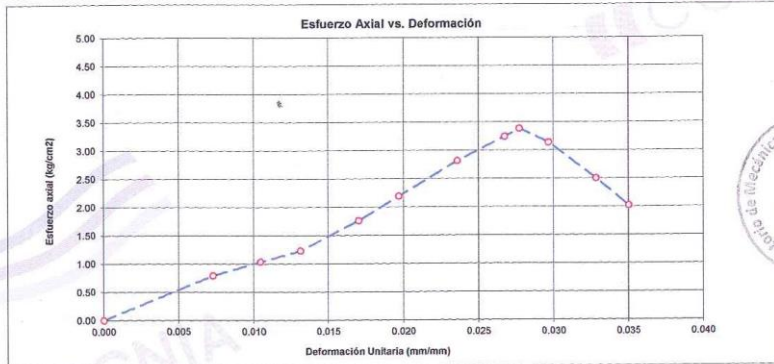
Diámetro : 5.08 cm
 Área : 20.11 cm²
 Altura : 10.44 cm
 Volumen : 209.94 cm³
 Masa del suelo húmedo : 382.4 g
 Masa suelo seco : 338.9 g
 Contenido de Humedad : 13.5 %
 Dens. húmeda : 1787.000 gr/cm³
 Dens. seca : 1347.000 gr/cm³

Tipo de Falla



RELACIÓN HID
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	20.11	0.00
30.00	0.007	16.0	20.28	0.79
43.00	0.010	21.0	20.32	1.03
54.00	0.013	25.0	20.38	1.23
70.00	0.017	36.0	20.46	1.76
81.00	0.020	45.0	20.51	2.19
97.00	0.024	58.0	20.60	2.82
110.00	0.027	67.0	20.66	3.24
114.00	0.028	70.0	20.68	3.38
122.00	0.030	65.0	20.72	3.14
135.00	0.033	52.0	20.79	2.50
144.00	0.035	42.0	20.84	2.02



qu = 3.38 kg/cm²
 Resistencia al corte o cohesión = 1.69 kg/cm²



Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 GIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

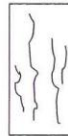
Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00 -1.50
Calicata : C 01
N° de Muestra : 15% CENIZA (75% CENIZA - 25% LODO)
Visual Manual : CH

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

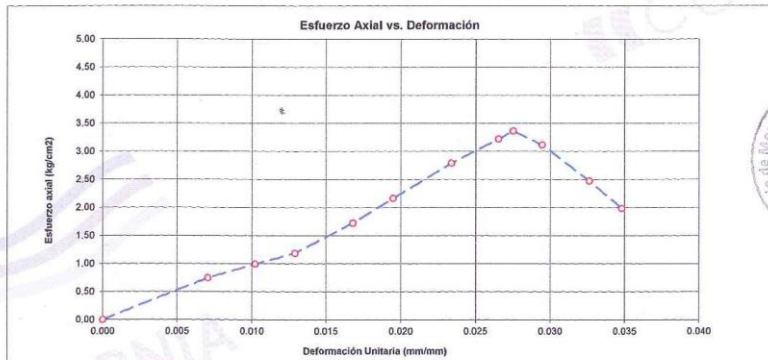
Diámetro : 5.04 cm
Área : 19.95 cm²
Altura : 10.43 cm
Volumen : 208.08 cm³
Masa del suelo húmedo : 381.7 g
Masa suelo seco : 337.3 g
Contenido de Humedad : 13.2 %
Dens. húmeda : 1786.000 gr/cm³
Dens. seca : 1546.000 gr/cm³

Tipo de Falla



RELACIÓN HD
2.1

DEFORMACIÓN (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.95	0.00
29.00	0.007	15.0	20.09	0.75
42.00	0.010	20.0	20.16	0.99
53.00	0.013	24.0	20.21	1.19
69.00	0.017	35.0	20.29	1.72
80.00	0.019	44.0	20.35	2.16
96.00	0.023	57.0	20.43	2.79
109.00	0.027	66.0	20.49	3.22
113.00	0.028	69.0	20.51	3.38
121.00	0.029	64.0	20.56	3.11
134.00	0.033	51.0	20.62	2.47
143.00	0.035	41.0	20.67	1.98



Resistencia al corte o cohesión = $q_u = 3.36 \text{ kg/cm}^2$
 1.68 kg/cm^2

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

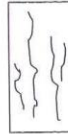
COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
 SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00-1.50
 Calicita : C 01
 N° de Muestra : 15% LODO
 Visual Manual : CH

Descripción de la muestra:
 Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

Tipo de Falla

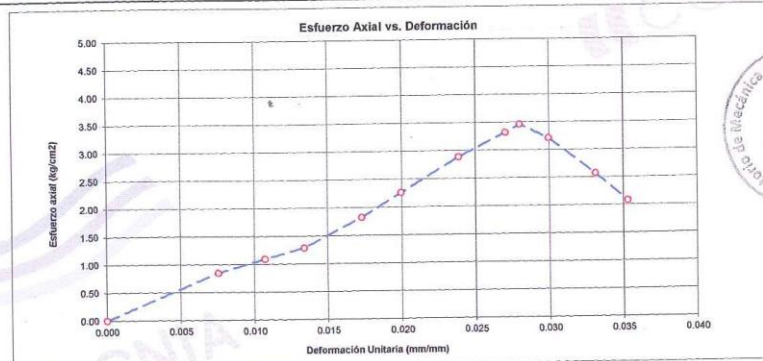


RELACION HID
 2.1

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA


Dímetro : 5.04 cm
 Área : 19.95 cm²
 Altura : 10.43 cm
 Volumen : 208.08 cm³
 Masa del suelo húmedo : 380.4 g
 Masa suelo seco : 332.8 g
 Contenido de Humedad : 14.3 %
 Dens. húmeda : 1769.000 gr/cm³
 Dens. seca : 1348.000 gr/cm³

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.95	0.00
31.00	0.008	17.0	20.10	0.85
44.00	0.011	22.0	20.17	1.09
55.00	0.013	26.0	20.22	1.29
71.00	0.017	37.0	20.30	1.82
82.00	0.020	46.0	20.36	2.26
98.00	0.024	59.0	20.44	2.89
111.00	0.027	68.0	20.50	3.32
115.00	0.028	71.0	20.53	3.46
123.00	0.030	66.0	20.57	3.21
136.00	0.033	53.0	20.63	2.57
145.00	0.035	43.0	20.68	2.08



Resistencia al corte o cohesión = $q_u = 3.46 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 1.73 \text{ kg/cm}^2$




 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANEXO 8.3: Ensayo de compresión no confinada C-1 + 25% estabilizador.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00 -1.50

Calicata : C 01

N° de Muestra : 25% CENIZA

Visual Manual : CH

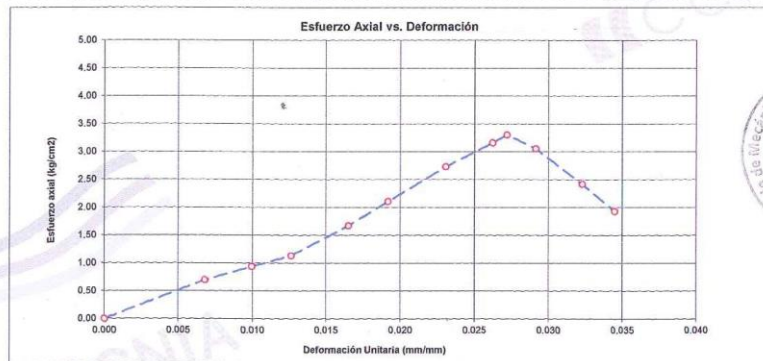
Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

Tipo de Falla

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA	
Díámetro	5.05 cm
Área	20.03 cm ²
Altura	10.46 cm
Volumen	209.51 cm ³
Masa del suelo húmedo	382.4 g
Masa suelo seco	336.4 g
Contenido de Humedad	13.7 %
Dens. húmeda	1784.000 gr/cm ³
Dens. seca	1345.000 gr/cm ³

RELACION HID
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	20.03	0.00
28.00	0.007	14.0	20.17	0.69
41.00	0.010	19.0	20.23	0.94
52.00	0.013	23.0	20.29	1.13
66.00	0.017	34.0	20.37	1.67
79.00	0.019	43.0	20.42	2.11
95.00	0.023	56.0	20.50	2.73
108.00	0.026	65.0	20.57	3.16
112.00	0.027	68.0	20.59	3.30
120.00	0.029	63.0	20.63	3.05
133.00	0.032	50.0	20.70	2.42
142.00	0.034	40.0	20.74	1.93



qu =	3.30	kg/cm²
Resistencia al corte o cohesión =	1.65	kg/cm²

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO :	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.	
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO	
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
FECHA :	28 DE MAYO DE 2021	
Código de Muestra :	LAMBAYEQUE	Profundidad: 0.00 -1.50
Calicata :	C 01	
N° de Muestra :	25% LODO (50% CENIZA - 50% LODO)	
Visual Manual :	CH	

Descripción de la muestra:

Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

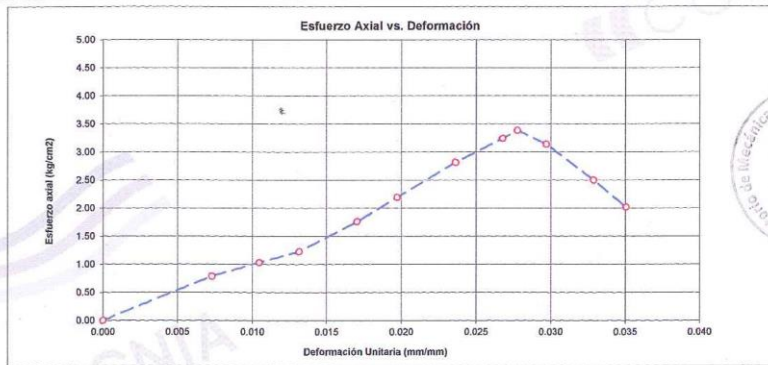
Díametro	5.08 cm
Area	20.11 cm ²
Altura	10.43 cm
Volumen	209.74 cm ³
Masa del suelo húmedo	380.9 g
Masa suelo seco	332.4 g
Contenido de Humedad	14.8 %
Dens. húmeda	1768.000 gr/cm ³
Dens. seca	1346.000 gr/cm ³

Tipo de Falla



RELACIÓN HID
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Area corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	20.11	0.00
30.00	0.007	16.0	20.26	0.79
43.00	0.010	21.0	20.32	1.03
54.00	0.013	25.0	20.38	1.23
70.00	0.017	36.0	20.46	1.76
81.00	0.020	45.0	20.51	2.19
97.00	0.024	58.0	20.60	2.82
110.00	0.027	67.0	20.66	3.24
114.00	0.028	70.0	20.68	3.38
122.00	0.030	65.0	20.72	3.14
135.00	0.033	52.0	20.79	2.50
144.00	0.035	42.0	20.84	2.02



qu =	3.38	kg/cm ²
Resistencia al corte o cohesión =	1.69	kg/cm ²



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

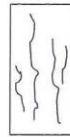
Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00 -1.50
Calicata : C 01
N° de Muestra : 25% LODO (75% CENIZA - 25% LODO)
Visual Manual : CH

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

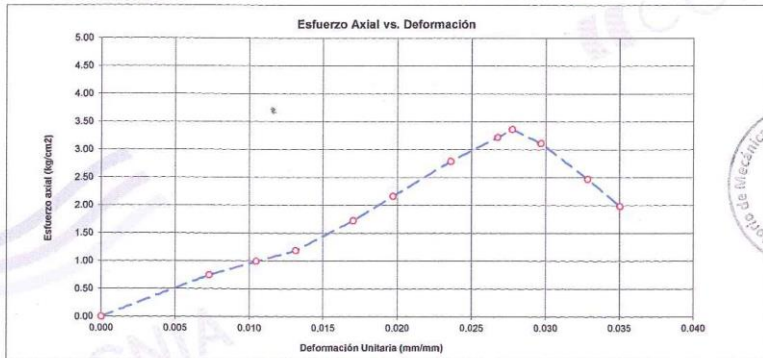
Diámetro : 5.04 cm
Area : 19.95 cm²
Altura : 10.44 cm
Volumen : 208.29 cm³
Masa del suelo húmedo : 381.9 g
Masa suelo seco : 331.4 g
Contenido de Humedad : 15.2 %
Dens. húmeda : 1768.000 gr/cm³
Dens. seca : 1346.000 gr/cm³

Tipo de Falla



RELACIÓN H/D
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Area corregida (cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.95	0.00
30.00	0.007	15.0	20.10	0.75
43.00	0.010	20.0	20.16	0.99
54.00	0.013	24.0	20.22	1.19
70.00	0.017	35.0	20.30	1.72
81.00	0.020	44.0	20.35	2.16
97.00	0.024	57.0	20.43	2.79
110.00	0.027	66.0	20.50	3.22
114.00	0.028	69.0	20.52	3.36
122.00	0.030	64.0	20.56	3.11
135.00	0.033	51.0	20.63	2.47
144.00	0.035	41.0	20.67	1.98



qu = 3.36 kg/cm²
Resistencia al corte o cohesión = 1.68 kg/cm²



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

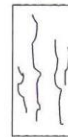
PROYECTO :	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.	
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO	
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
FECHA :	26 DE MAYO DE 2021	
Código de Muestra :	LAMBAYEQUE	Profundidad: 0.00-1.50
Calicata :	C 01	
N° de Muestra :	25% LODO	
Visual Manual :	CH	

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

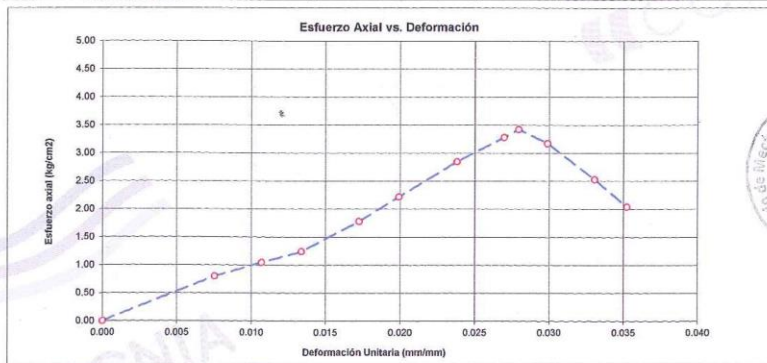
Díametro	5.03 cm
Area	19.87 cm ²
Altura	10.45 cm
Volumen	207.65 cm ³
Masa del suelo húmedo	381.5 g
Masa suelo seco	332.7 g
Contenido de Humedad	14.7 %
Dens. húmeda	1768.000 gr/cm ³
Dens. seca	1347.000 gr/cm ³

Tipo de Falla



RELACION HID
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Area corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.87	0.00
31.00	0.008	16.0	20.02	0.80
44.00	0.011	21.0	20.09	1.05
55.00	0.013	25.0	20.14	1.24
71.00	0.017	36.0	20.22	1.78
82.00	0.020	45.0	20.28	2.22
98.00	0.024	58.0	20.36	2.85
111.00	0.027	67.0	20.42	3.28
115.00	0.028	70.0	20.44	3.42
123.00	0.030	65.0	20.48	3.17
136.00	0.033	52.0	20.55	2.53
145.00	0.035	42.0	20.60	2.04



Resistencia al corte o cohesión =	qu =	3.42	kg/cm ²
		1.71	kg/cm ²



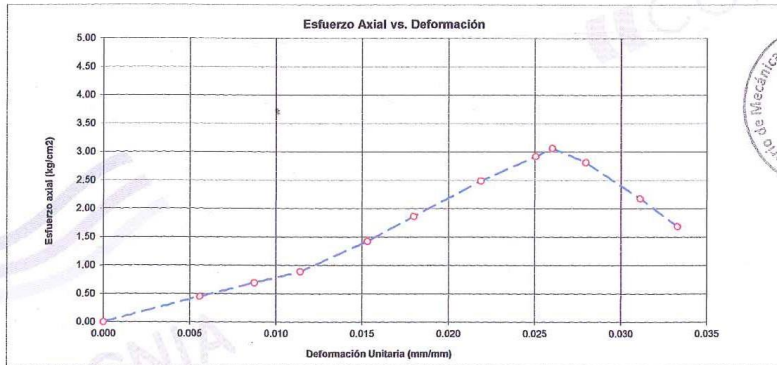
(Firma)
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 8.4: Ensayo de compresión no confinada C-2.



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES																																																																					
COMPRESIÓN NO CONFINADA ASTM D2166																																																																					
PROYECTO :	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.																																																																				
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO																																																																				
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE																																																																				
FECHA :	26 DE MAYO DE 2021																																																																				
Código de Muestra :	LAMBAYEQUE	Profundidad:	0.00 - 1.50																																																																		
Calicata :	C 02																																																																				
N° de Muestra :	M-1 (Mib)																																																																				
Visual Manual :	SC																																																																				
Descripción de la muestra: Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.																																																																					
DATOS INICIALES DE LA MUESTRA			Tipo de Falla																																																																		
Díámetro	5.05 cm																																																																				
Área	20.03 cm ²	RELACIÓN HD																																																																			
Altura	10.45 cm	2.1																																																																			
Volumen	209.31 cm ³																																																																				
Masa del suelo húmedo	388.6 g																																																																				
Masa suelo seco	347.8 g																																																																				
Contenido de Humedad	6.0 %																																																																				
Dens. húmeda	2014.00 gr/cm ³																																																																				
Dens. seca	1854.00 gr/cm ³																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DEFORMACION (0.001")</th> <th>Deformación unitaria (mm/mm)</th> <th>Carga Axial (kg)</th> <th>Área corregida (cm²)</th> <th>Esfuerzo axial (kg/cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.00</td><td>0.000</td><td>0.0</td><td>20.03</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>23.00</td><td>0.006</td><td>9.0</td><td>20.14</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>36.00</td><td>0.009</td><td>14.0</td><td>20.21</td><td>0.69</td></tr> <tr><td>47.00</td><td>0.011</td><td>18.0</td><td>20.26</td><td>0.89</td></tr> <tr><td>63.00</td><td>0.015</td><td>29.0</td><td>20.34</td><td>1.43</td></tr> <tr><td>74.00</td><td>0.018</td><td>38.0</td><td>20.40</td><td>1.86</td></tr> <tr><td>90.00</td><td>0.022</td><td>51.0</td><td>20.48</td><td>2.49</td></tr> <tr><td>103.00</td><td>0.025</td><td>60.0</td><td>20.54</td><td>2.92</td></tr> <tr><td>107.00</td><td>0.026</td><td>63.0</td><td>20.56</td><td>3.06</td></tr> <tr><td>115.00</td><td>0.028</td><td>58.0</td><td>20.61</td><td>2.81</td></tr> <tr><td>128.00</td><td>0.031</td><td>45.0</td><td>20.67</td><td>2.18</td></tr> <tr><td>137.00</td><td>0.033</td><td>35.0</td><td>20.72</td><td>1.69</td></tr> </tbody> </table>					DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)	0.00	0.000	0.0	20.03	0.00	23.00	0.006	9.0	20.14	0.45	36.00	0.009	14.0	20.21	0.69	47.00	0.011	18.0	20.26	0.89	63.00	0.015	29.0	20.34	1.43	74.00	0.018	38.0	20.40	1.86	90.00	0.022	51.0	20.48	2.49	103.00	0.025	60.0	20.54	2.92	107.00	0.026	63.0	20.56	3.06	115.00	0.028	58.0	20.61	2.81	128.00	0.031	45.0	20.67	2.18	137.00	0.033	35.0	20.72	1.69
DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)																																																																	
0.00	0.000	0.0	20.03	0.00																																																																	
23.00	0.006	9.0	20.14	0.45																																																																	
36.00	0.009	14.0	20.21	0.69																																																																	
47.00	0.011	18.0	20.26	0.89																																																																	
63.00	0.015	29.0	20.34	1.43																																																																	
74.00	0.018	38.0	20.40	1.86																																																																	
90.00	0.022	51.0	20.48	2.49																																																																	
103.00	0.025	60.0	20.54	2.92																																																																	
107.00	0.026	63.0	20.56	3.06																																																																	
115.00	0.028	58.0	20.61	2.81																																																																	
128.00	0.031	45.0	20.67	2.18																																																																	
137.00	0.033	35.0	20.72	1.69																																																																	



Resistencia al corte o cohesión =	qu =	3.06	kg/cm ²
		1.53	kg/cm ²

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

ANEXO 8.5: Ensayo de compresión no confinada C-2 + 15% estabilizador.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

**COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166**

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.

SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00 - 1.50

Calicata : C 02

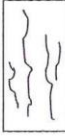
N° de Muestra : ADICIÓN 15% CENIZA

Visual Manual : 9C

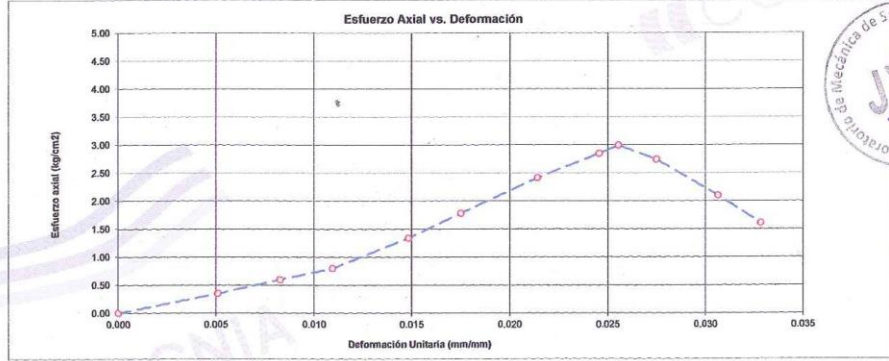
Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

Dímetro	5.03 cm
Área	19.87 cm ²
Altura	10.44 cm
Volumen	207.46 cm ³
Masa del suelo húmedo	360.1 g
Masa suelo seco	340.3 g
Contenido de Humedad	5.8 %
Dens. húmeda	2012.00 gr/cm ³
Dens. seca	1852.00 gr/cm ³

Tipo de Falla  RELACION H/D 2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.87	0.00
21.00	0.005	7.0	19.97	0.35
34.00	0.008	12.0	20.04	0.60
45.00	0.011	16.0	20.09	0.80
61.00	0.015	27.0	20.17	1.34
72.00	0.018	36.0	20.23	1.78
88.00	0.021	49.0	20.31	2.41
101.00	0.025	58.0	20.37	2.85
105.00	0.026	61.0	20.39	2.99
113.00	0.027	56.0	20.43	2.74
126.00	0.031	43.0	20.50	2.10
135.00	0.033	33.0	20.55	1.61



$q_u = 2.99 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia al corte o cohesión = 1.50 kg/cm²


 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO :	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.		
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO		
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
FECHA :	26 DE MAYO DE 2021		
Código de Muestra :	LAMBAYEQUE	Profundidad:	0.00-1.50
Calicata :	C 02		
N° de Muestra :	ADICIÓN 15% (50% CENIZA - 50% LODO)		
Visual Manual :	SC		

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

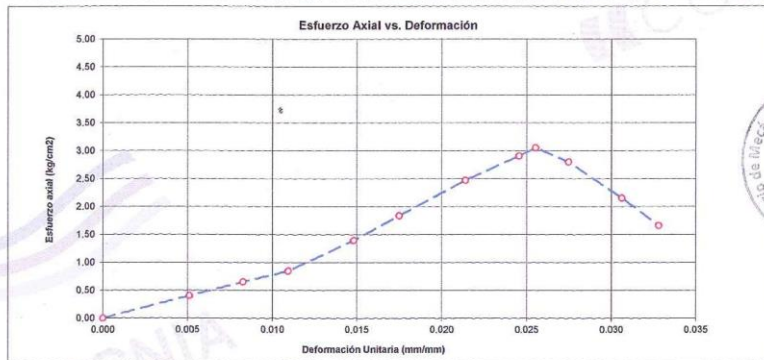
Díámetro	5.02 cm
Area	19.79 cm ²
Altura	10.45 cm
Volumen	206.83 cm ³
Masa del suelo húmedo	384.3 g
Masa suelo seco	340.2 g
Contenido de Humedad	7.1 %
Dens. húmeda	2012.00 gr/cm ³
Dens. seca	1851.00 gr/cm ³

Tipo de Falla



RELACIÓN HID
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Area corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.79	0.00
21.00	0.005	8.0	19.89	0.40
34.00	0.008	13.0	19.96	0.65
45.00	0.011	17.0	20.01	0.85
61.00	0.015	28.0	20.09	1.39
72.00	0.018	37.0	20.14	1.84
88.00	0.021	50.0	20.22	2.47
101.00	0.025	59.0	20.29	2.91
105.00	0.026	62.0	20.31	3.05
113.00	0.027	57.0	20.35	2.80
126.00	0.031	44.0	20.42	2.15
135.00	0.033	34.0	20.46	1.66



Resistencia al corte o cohesión =	qu =	3.05	kg/cm ²
		1.53	kg/cm ²



[Firma]
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00-1.50
Calicata : C 02
N° de Muestra : ADICIÓN 15% (75% CENIZA - 15% LODO)
Visual Manual : SC

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

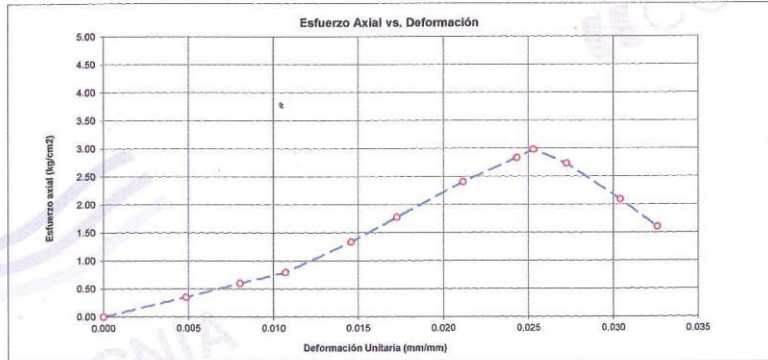
Díametro : 5.04 cm
Área : 19.95 cm²
Altura : 10.44 cm
Volumen : 208.28 cm³
Masa del suelo húmedo : 361.3 g
Masa suelo seco : 338.7 g
Contenido de Humedad : 6.7 %
Dens. húmeda : 2013.00 gr/cm³
Dens. seca : 1850.00 gr/cm³

Tipo de Falla



RELACIÓN HD
2.1

DEFORMACIÓN (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida (cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.95	0.00
20.00	0.005	7.0	20.05	0.35
33.00	0.008	12.0	20.11	0.60
44.00	0.011	16.0	20.17	0.79
60.00	0.015	27.0	20.25	1.33
71.00	0.017	36.0	20.30	1.77
87.00	0.021	49.0	20.38	2.40
100.00	0.024	58.0	20.45	2.84
104.00	0.025	61.0	20.47	2.98
112.00	0.027	56.0	20.51	2.73
125.00	0.030	43.0	20.58	2.09
134.00	0.033	33.0	20.62	1.60



Resistencia al corte o cohesión = $q_u = 2.98 \text{ kg/cm}^2$
 1.49 kg/cm^2



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

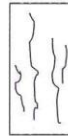
COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.
SOLICITANTE : GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : 26 DE MAYO DE 2021

Código de Muestra : LAMBAYEQUE Profundidad: 0.00-1.50
Calicata : C 02
N° de Muestra : ADICIÓN 15% LODO
Visual Manual : SC

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

Tipo de Falla

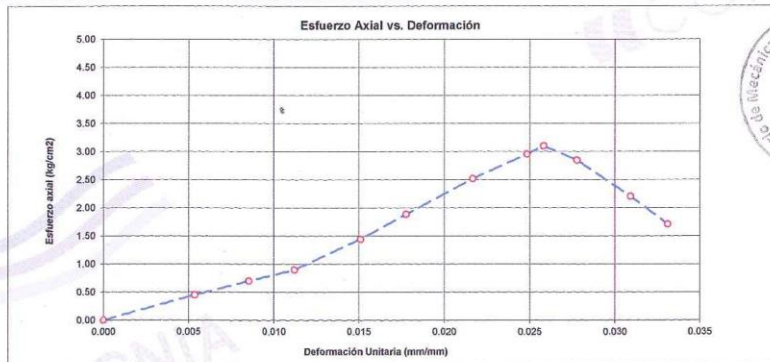


RELACIÓN HID
2.1

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

Díametro : 5.02 cm
Área : 19.79 cm²
Altura : 10.43 cm
Volumen : 206.43 cm³
Masa del suelo húmedo : 367.2 g
Masa suelo seco : 342.4 g
Contenido de Humedad : 7.2 %
Dens. húmeda : 2012.00 g/cm³
Dens. seca : 1851.00 g/cm³

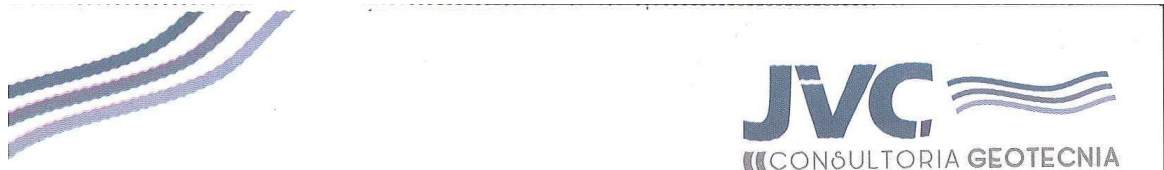
DEFORMACIÓN (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.79	0.00
22.00	0.005	9.0	19.90	0.45
35.00	0.009	14.0	19.96	0.70
46.00	0.011	18.0	20.02	0.90
62.00	0.015	29.0	20.10	1.44
73.00	0.018	38.0	20.15	1.89
89.00	0.022	51.0	20.23	2.52
102.00	0.025	60.0	20.30	2.96
106.00	0.028	63.0	20.32	3.10
114.00	0.029	58.0	20.36	2.85
127.00	0.031	45.0	20.42	2.20
136.00	0.033	35.0	20.47	1.71



Resistencia al corte o cohesión = $q_u = 3.10 \text{ kg/cm}^2$
 1.55 kg/cm^2


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

ANEXO 8.6: Ensayo de compresión no confinada C-2 + 25% estabilizador.



RUC: 20606092297

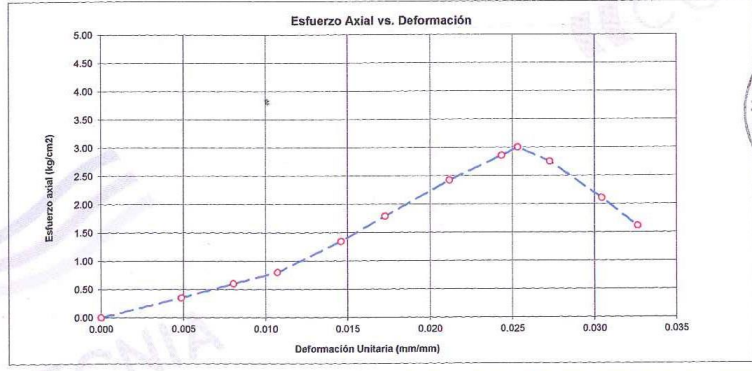
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES			
COMPRESIÓN NO CONFINADA ASTM D2166			
PROYECTO :	EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.		
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO		
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
FECHA :	26 DE MAYO DE 2021		
Código de Muestra :	LAMBAYEQUE	Profundidad:	0.00 -1.50
Calicata :	C 02		
Nº de Muestra :	ADICIÓN 25% CENIZA		
Visual Manual :	SC		

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

Diámetro	5.02 cm	Tipo de Falla	RELACION H/D 2.1
Area	19.79 cm ²		
Altura	10.43 cm		
Volumen	206.43 cm ³		
Masa del suelo húmedo	360.7 g		
Masa suelo seco	339.6 g		
Contenido de Humedad	6.2 %		
Dens. húmeda	2012.00 gr/cm ³		
Dens. seca	1851.00 gr/cm ³		

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Area corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.79	0.00
20.00	0.005	7.0	19.89	0.35
33.00	0.008	12.0	19.95	0.60
44.00	0.011	16.0	20.01	0.80
60.00	0.015	27.0	20.09	1.34
71.00	0.017	36.0	20.14	1.79
87.00	0.021	49.0	20.22	2.42
100.00	0.024	58.0	20.29	2.86
104.00	0.025	61.0	20.31	3.00
112.00	0.027	56.0	20.35	2.75
125.00	0.030	43.0	20.41	2.11
134.00	0.033	33.0	20.46	1.61



qu =	3.00	kg/cm ²
Resistencia al corte o cohesión =	1.50	kg/cm ²

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO :	EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.		
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO		
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
FECHA :	28 DE MAYO DE 2021		
Código de Muestra :	LAMBAYEQUE	Profundidad:	0.00 -1.50
Calicata :	C 02		
N° de Muestra :	ADICIÓN 25% (50% CENIZA - 50% LODO)		
Visual Manual :	SC		

Descripción de la muestra:

Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

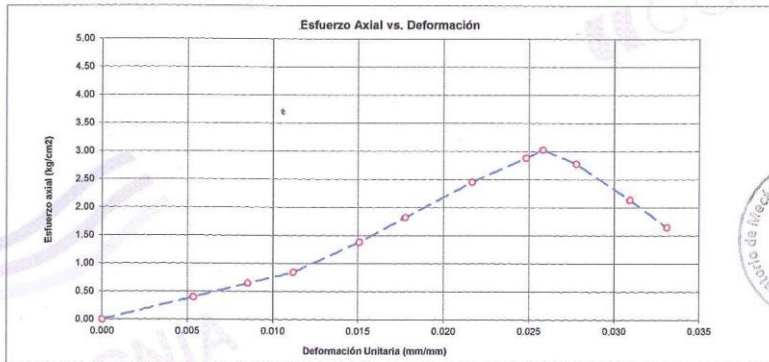
Díámetro	5.04 cm
Area	19.95 cm ²
Altura	10.43 cm
Volumen	208.08 cm ³
Masa del suelo húmedo	381.2 g
Masa suelo seco	322.5 g
Contenido de Humedad	8.8 %
Dens. húmeda	2016.00 gr/cm ³
Dens. seca	1850.00 gr/cm ³

Tipo de Falla



RELACIÓN HD
2.1

DEFORMACIÓN (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Area corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.95	0.00
22.00	0.005	8.0	20.06	0.40
35.00	0.009	13.0	20.12	0.65
46.00	0.011	17.0	20.18	0.84
62.00	0.015	28.0	20.26	1.38
73.00	0.018	37.0	20.31	1.82
89.00	0.022	50.0	20.39	2.45
102.00	0.025	59.0	20.46	2.88
106.00	0.026	62.0	20.48	3.03
114.00	0.028	57.0	20.52	2.78
127.00	0.031	44.0	20.59	2.14
136.00	0.033	34.0	20.63	1.65



Resistencia al corte o cohesión =	qu =	3.03	kg/cm ²
		1.51	kg/cm ²

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

PROYECTO :	EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.		
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO		
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
FECHA :	26 DE MAYO DE 2021		
Código de Muestra :	LAMBAYEQUE	Profundidad:	0.00 -1.50
Calicata :	C 02		
N° de Muestra :	ADICIÓN 25% (75% CENIZA - 25% LODO)		
Visual Manual :	SC		

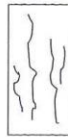
Descripción de la muestra:

Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

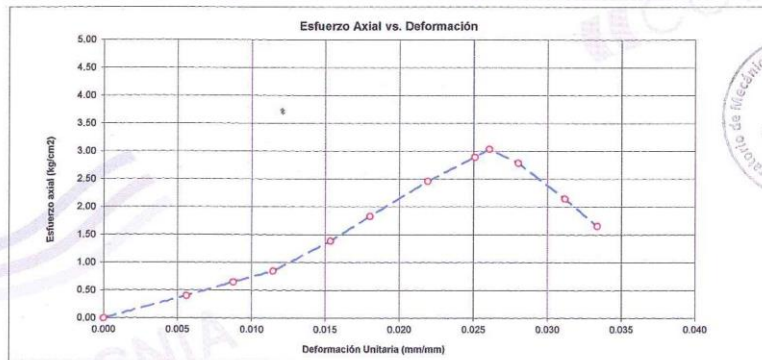
Díámetro	5.03 cm
Área	19.87 cm ²
Altura	10.43 cm
Volumen	207.26 cm ³
Masa del suelo húmedo	369.2 g
Masa suelo seco	340.7 g
Contenido de Humedad	8.4 %
Dens. húmeda	2015.00 gr/cm ³
Dens. seca	1850.00 gr/cm ³

Tipo de Falla



RELACION HD
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Área corregida(cm ²)	Esfuerzo axial (kg/cm ²)
0.00	0.000	0.0	19.87	0.00
23.00	0.006	8.0	19.98	0.40
36.00	0.009	13.0	20.05	0.65
47.00	0.011	17.0	20.10	0.85
63.00	0.015	28.0	20.18	1.39
74.00	0.018	37.0	20.24	1.83
90.00	0.022	50.0	20.32	2.46
103.00	0.025	59.0	20.38	2.89
107.00	0.026	62.0	20.40	3.04
115.00	0.028	57.0	20.44	2.79
128.00	0.031	44.0	20.51	2.15
137.00	0.033	34.0	20.56	1.65



qu =	3.04	kg/cm²
Resistencia al corte o cohesión =	1.52	kg/cm²




Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

COMPRESIÓN NO CONFINADA
ASTM D2166

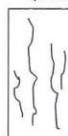
PROYECTO :	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO Y LODO DE GRANITO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS.		
SOLICITANTE :	GUTIÉRREZ VARGAS, JORGE ALBERTO		
UBICACIÓN :	CHICLAYO - LAMBAYEQUE		
FECHA :	26 DE MAYO DE 2021		
Código de Muestra :	LAMBAYEQUE	Profundidad:	0.00 -1.50
Calicata :	C 02		
N° de Muestra :	ADICIÓN 25% LODO		
Visual Manual :	SC		

Descripción de la muestra:
Arcilla cementada o consolidada, color marrón rojizo.

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

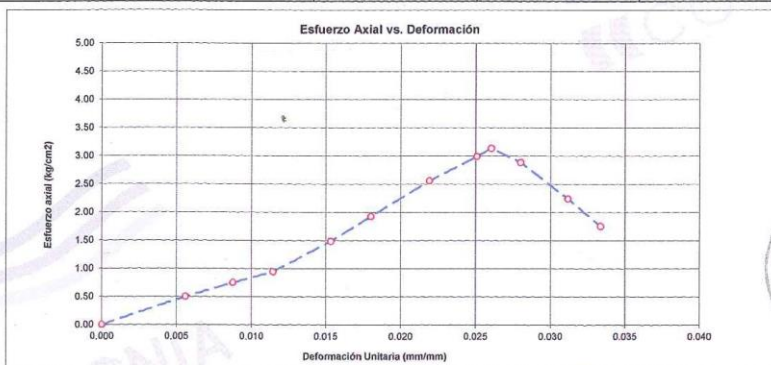
Díametro	5.03 cm
Area	19.87 cm ²
Altura	10.43 cm
Volumen	207.26 cm ³
Masa del suelo húmedo	368.4 g
Masa suelo seco	342.7 g
Contenido de Humedad	7.5 %
Dens. húmeda	2012.00 gr/cm ³
Dens. seca	1851.00 gr/cm ³

Tipo de Falla



RELACION HID
2.1

DEFORMACION (0.001")	Deformación unitaria (mm/mm)	Carga Axial (kg.)	Area corregida(cm2)	Esfuerzo axial (kg/cm2)
0.00	0.000	0.0	19.87	0.00
23.00	0.006	10.0	19.98	0.50
36.00	0.009	15.0	20.05	0.75
47.00	0.011	19.0	20.10	0.95
63.00	0.015	30.0	20.18	1.49
74.00	0.018	39.0	20.24	1.93
90.00	0.022	52.0	20.32	2.56
103.00	0.025	61.0	20.38	2.99
107.00	0.026	64.0	20.40	3.14
115.00	0.028	59.0	20.44	2.89
128.00	0.031	46.0	20.51	2.24
137.00	0.033	38.0	20.56	1.75




Resistencia al corte o cohesión =	qu =	3.14	kg/cm ²
		1.57	kg/cm ²




Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



ANEXO 9: Resultados del ensayo análisis térmico diferencial (ATD) y termogravimétrico (ATG) de los estabilizadores.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

SOLICITANTE	JORGE GUTIERREZ VARGAS
TESIS	"EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y LODO DE GRANITO, LAMBAYEQUE"
MUESTRA	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA – LODO DE GRANITO
FECHA	13 DE MAYO DEL 2021
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

1. MUESTRA: CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA – LODO DE GRANITO (PROPORCIÓN 1:1) – 10gr.

N° DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	35 MG	

2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG_DTA_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG


JEFE DE LABORATORIO
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974





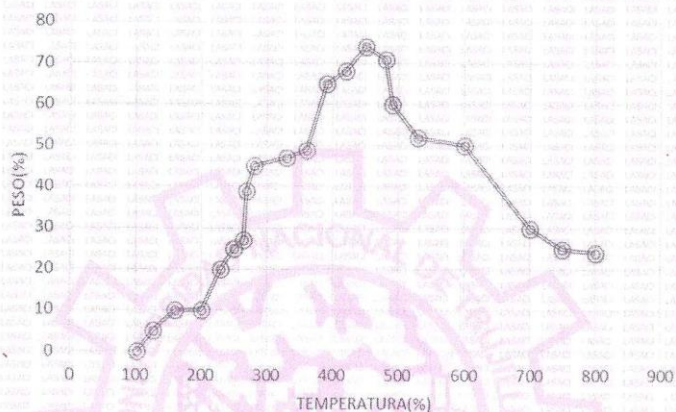
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD



5. CONCLUSION

- Para la presente investigación de la mezcla conformada por CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA – LODO DE GRANITO, el porcentaje de cenizas de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.22%.
- El análisis termo gravimétrico de CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA – LODO DE GRANITO indica un pico de temperatura máxima de 455.0°C por un periodo de tiempo de 2hr. entre 360 y 515 °C

Ing. Carlos A. Valqui Mendoza
Ing. Carlos A. Valqui Mendoza
 DIRECTOR LASACI

LASACI
 DIRECCIÓN

Trujillo, 20 de Mayo del 2021



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974

ANEXO 10: Resultados del ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX).

ANEXO 10.1: Ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX) de C-1.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION		
LASACI REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X		
SOLICITANTE	JORGE ALBERTO GUTIERREZ VARGAS	
TESIS	EFECTO DE LA ADICION DE CENIZAS DE BAGAZO Y LODO GRANITO EN ESTABILIDAD DE SUELO ARCILLOSO.LAMBAYEQUE	
MUESTRA	SUELO ARCILLOSO DE ALTA PLASTICIDAD	
FECHA	27 DE MAYO DEL 2021	

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca **BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.**

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA – LODO DE GRANITO, la cual fue tamizada previamente a malla 200.


3. METODO

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ANALISTA RESPONSABLE : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
☎ 949959632 / 933623974





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI

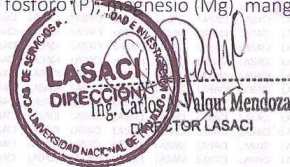


4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O2)	54.35	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	1.56	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al2 O3)	13.45	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	9.54	
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	3.22	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.06	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	1.57	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	1.04	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	0.42	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.016	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.066	
PÉRDIDA POR QUEMADO	13.71	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si), Aluminio (Al) y hierro (Fe) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; Calcio (Ca), Potasio (K), fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).




Trujillo, 02 DE JUNIO DEL 2021

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974


ANEXO 10.2: Ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX) de estabilizadores.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	JORGE GUTIERREZ VARGAS
TESIS	“EFECTO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA Y LODO DE GRANITO, LAMBAYEQUE”
MUESTRA	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA – LODO DE GRANITO
FECHA	13 DE MAYO DEL 2021

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca **BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.**

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: g/l.


2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA – LODO DE GRANITO, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA
ANALISTA RESPONSABLE : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O2)	61.45	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	4.89	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al2 O3)	7.88	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe2 O3)	5.69	
OXIDO DE POTASIO (K2 O)	4.02	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	2.44	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P2O5)	1.04	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.66	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO 3)	0.31	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.01	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.083	
PÉRDIDA POR QUEMADO	11.52	

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si), Calcio (Ca), Potasio (K), Aluminio (Al) y hierro (Fe) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

Ing. Carlos Valqui M.
DIRECTOR LASACI

Trujillo, 21 de Mayo del 2021

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974

ANEXO 11: Validación de la hipótesis mediante análisis estadístico

Se realiza el análisis de varianzas (ANOVA), el cual permite contrastar la hipótesis nula (Ho) de que “no existen diferencias significativas entre los grupos”.

				Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Calicata 1	Inter-grupos	(Combinados)		64.842	2	32.421	7.851	.011
			Término lineal	52.422	1	52.422	12.694	.006
			Desviación	12.420	1	12.420	3.008	.117
	Intra-grupos		37.168	9	4.130			
Total				102.010	11			
Calicata 2	Inter-grupos	(Combinados)		112.558	2	56.279	8.136	.010
			Término lineal	87.561	1	87.561	12.659	.006
			Desviación	24.997	1	24.997	3.614	.090
	Intra-grupos		62.255	9	6.917			
Total				174.813	11			

Estos son los resultados. El valor de la Prueba F es mucho mayor que la significancia de 0.011, por lo tanto, los tratamientos son significativos sobre el CBR para el tipo de suelo CH de la calicata 1

Con respecto a la calicata 2, el valor de la Prueba F es mayor que la significancia de 0.010, por lo tanto, los tratamientos son significativos sobre el CBR para el tipo de suelo SC de la calicata 2

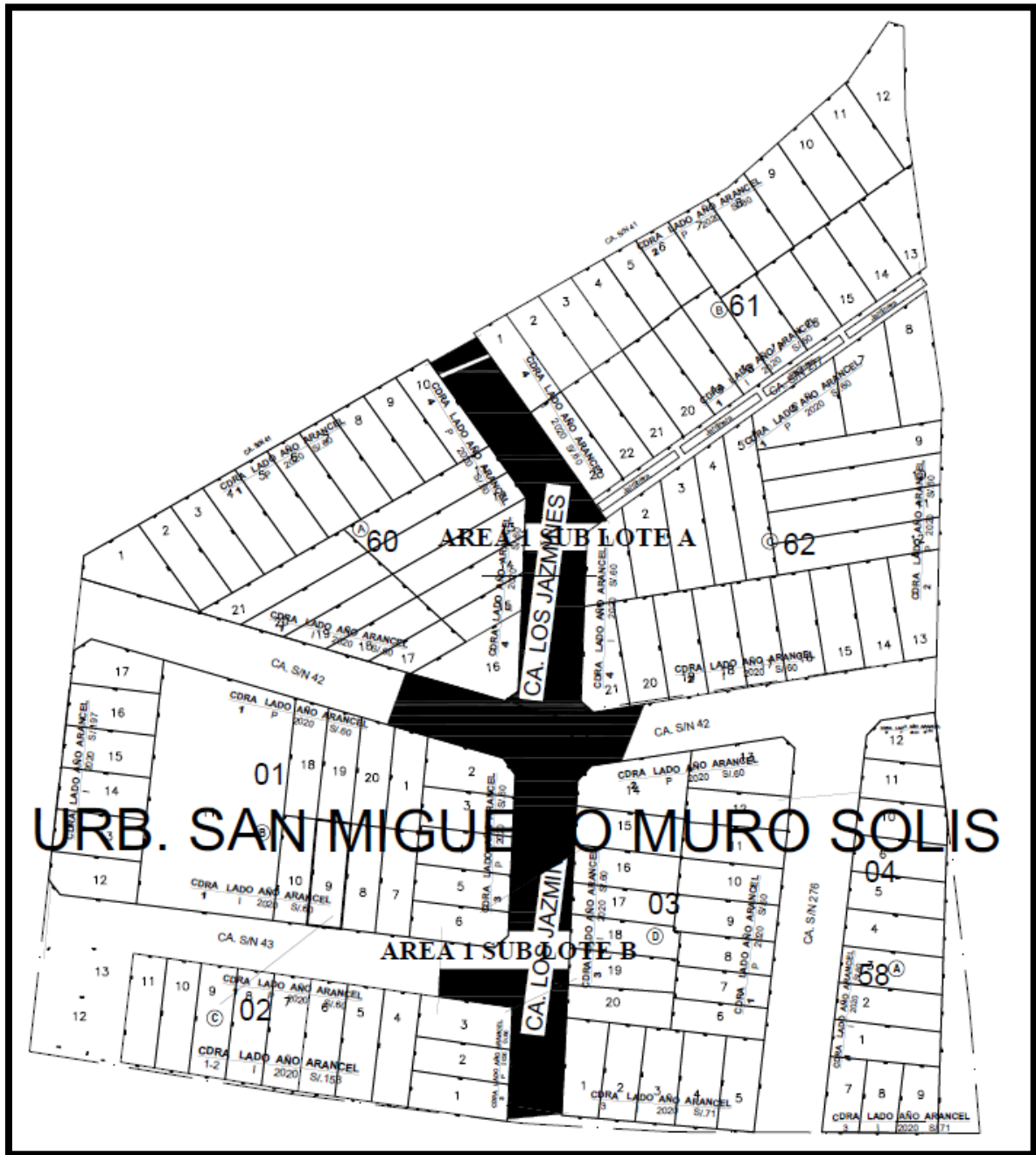
Comparaciones múltiples

Variable dependiente	(I) Adiciones	(J) Adiciones	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Calicata 1	.0	15.0	-5.0525*	1.4370	.007	-8.303	-1.802
		25.0	-4.8000*	1.4370	.009	-8.051	-1.549
	15.0	.0	5.0525*	1.4370	.007	1.802	8.303
		25.0	.2525	1.4370	.864	-2.998	3.503
	25.0	.0	4.8000*	1.4370	.009	1.549	8.051
		15.0	-.2525	1.4370	.864	-3.503	2.998
Calicata 2	.0	15.0	-6.7825*	1.8597	.005	-10.990	-2.575
		25.0	-6.1675*	1.8597	.009	-10.375	-1.960
	15.0	.0	6.7825*	1.8597	.005	2.575	10.990
		25.0	.6150	1.8597	.748	-3.592	4.822
	25.0	.0	6.1675*	1.8597	.009	1.960	10.375
		15.0	-.6150	1.8597	.748	-4.822	3.592

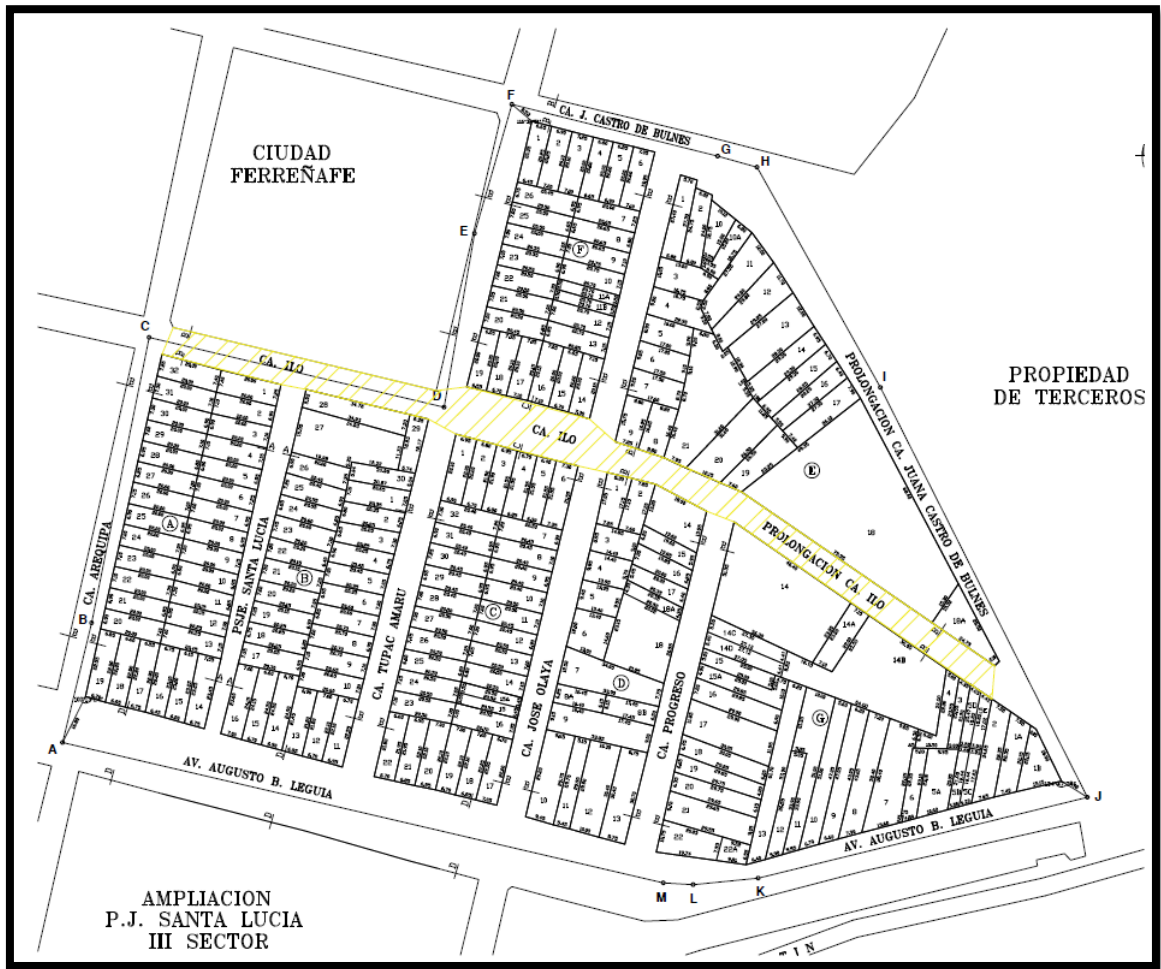
*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

- Los niveles de 15% y 25% de ceniza de bagazo y lodo de granito no son significativamente distintos en las calicatas 1 y 2.
- En cambio, si se ha detectado diferencias entre los niveles de 0% - 15% y 0%-25% de ceniza de bagazo y lodo de granito.

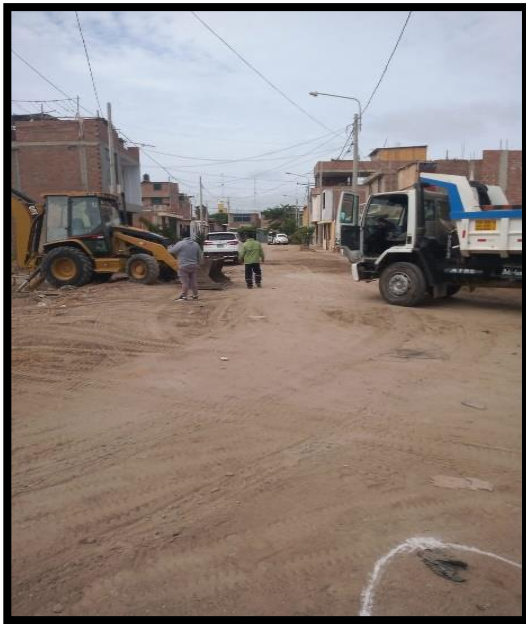
ANEXO 12: Plano de localización- Lambayeque.



ANEXO 13: Plano de localización- Ferreñafe.



ANEXO 14: Panel fotográfico.



Fotografía N° 1. Reconocimiento de la vía (Lambayeque)



Fotografía N° 2. Reconocimiento de la vía (Ferreñafe)



Fotografía N° 3. Obtención de muestra a través de calicata (Lambayeque).



Fotografía N° 4. Obtención de muestra a través de calicata (Ferreñafe).



Fotografía N° 5. Obtención del lodo de granito producto del pulido.



Fotografía N° 6. Obtención de la ceniza de bagazo de caña.



Fotografía N° 7. Muestra de suelo para determinar el contenido de humedad.



Fotografía N° 8. Peso de muestra seca- Ensayo de granulometría.



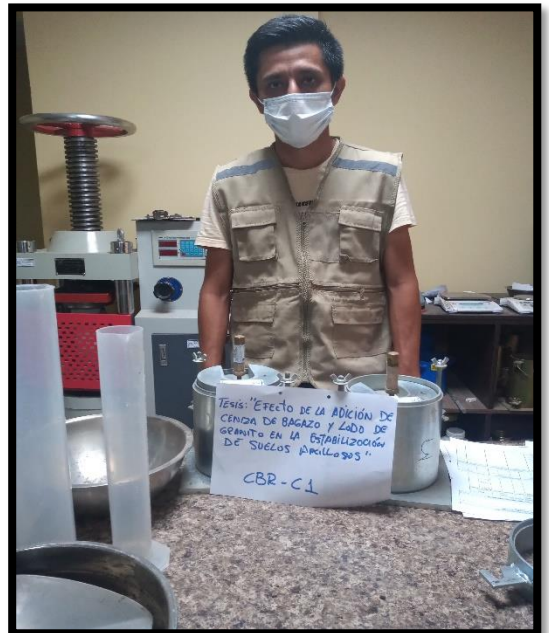
**Fotografía N° 9. Tamizado de muestra-
Ensayo de granulometría.**



**Fotografía N° 10. Enrasado de ultima
capa-Ensayo Proctor modificado.**



**Fotografía N° 11. Compactación de
muestra con pisón.**



**Fotografía N° 12. Realización del ensayo
de CBR.**



Fotografía N° 13. Probetas de CBR sumergidas en poza.



Fotografía N° 14. Prensa para ensayo de CBR.