



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Capacidad de soporte del suelo adicionando 3 y 5 por ciento de ceniza de hojas de maíz amarillo, Cascajal, Chimbote-2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Escobedo Cuevas, Elvis Joel (ORCID: 0000-0003-2138-3728)

ASESOR:

Dr. Atilio Rubén, Lopez Carranza (ORCID: 0000-0002-3631-2001)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; este logro se los debo a ustedes porque me formaron con valores y me motivaron constantemente para alcanzar mis metas propuestas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi abuelo y padres por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias por permitirme cumplir con en el desarrollo de esta tesis. Gracias por creer en mí.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1-3
II.MARCO TEÓRICO	3-12
III.METODOLOGÍA	
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización	14
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis.....	15-16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16-17
3.5. Procedimientos	16-18
3.6. Método de análisis de datos	18-19
3.7. Aspectos éticos.....	19-20
IV.RESULTADOS	20-30
V. DISCUSIÓN.....	31-34
VI.CONCLUSIONES	35-36
VII.RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38-43
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla N° 01 Composición química de la ceniza de la hoja de maíz expresados como óxidos.	22
Tabla N°02. Resultado de ph de muestras	23
Tabla N°03. Cuadro de contenido de Humedad de calicata C-1, C-2 y C-3.....	24
Tabla N°04.CBR (95% M.D.S) Según adición de 3%,5% de ceniza de hoja de maíz.....	29
Tabla N°05. Tabla N° 05 CBR (100% M.D.S) Según adición de 3%,5% de cenizas de hoja de maíz.....	30

Índice de Gráficos

Gráfico N°01. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de las cenizas de hojas de Maíz.....	20
Gráfico N°0 2. Curva Calorimétrica DSC (Curva de Calor Absorbido) de la ceniza de hojas de Maíz.....	21
Gráfico N°03. Escala de pH	23
Gráfico N°04: Ensayo Granulométrico Porcentaje de Finos.....	25
Gráfico N°05. humedad optima (%) y densidad seca (g/cm ³) de Proctor modificado, Proctor patrón vs Experimental(C-1)	26
Gráfico N°6. humedad optima (%) y densidad seca (g/cm ³) de Proctor modificado, Proctor patrón vs Experimental(C-2).....	27
Gráfico N°7. humedad optima (%) y densidad seca (g/cm ³) de proctor modificado, Proctor patrón vs Experimental(C-3).....	28

Resumen

Esta investigación tiene como finalidad Determinar la “capacidad de soporte del suelo adicionando 3 y 5 porciento de ceniza de hojas de maíz amarillo, Cascajal, Chimbote -2022”. Este proyecto de investigación recolecto datos, se trabajó con instrumentos y protocolos de ensayos de mecánica de suelo, se realizó una inspección visual in situ para la capacidad de soporte del suelo adicionando la ceniza de hoja de maíz.

Como resultado final se obtuvo que las calicatas N°01, N°02 y N°03 tienen un tipo de suelo Arenoso (A-2-4) según su clasificación AASHTO y su correlación en la clasificación SUCS es del tipo SM (Arenoso Limoso). Se concluye que la ceniza de hoja de maíz mejora la capacidad de soporte del suelo con la adición de 5% de cenizas de hoja de maíz (CHM). Esto se vio reflejado en los tres puntos evaluados de la Vía de Cascajal, donde inicialmente el suelo era inadecuado, a los cuales se les adiciono el 5% de CHM, de tal manera que el CBR a 100% nos dan resultado favorable donde la calicata N°01 aumentó de 18.7 %a 30.1%, de la calicata N°02 aumentó de 21.1% a 33.7% y de la calicata N°03 aumentó 61.2% a 66.3%.

Palabras Clave: Capacidad de soporte del suelo, adición, ceniza de hoja de maíz amarillo.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the "support capacity of the soil by adding 3 and 5 percent of ash from yellow corn leaves, Cascajal, Chimbote -2022". This research project collected data, worked with instruments and protocols for soil mechanics tests, a visual inspection was carried out in situ for the support capacity of the soil by adding corn leaf ash.

As a final result, it was obtained that pits No. 01, No. 02 and No. 03 have a Sandy soil type (A-2-4) according to its AASHTO classification and its correlation in the SUCS classification is of the SM type (Limous Sandy). It is concluded that corn leaf ash improves the support capacity of the soil with the addition of and 5% corn leaf ash (CHM). This was reflected in the three evaluated points of the Vía de Cascajal, where initially the soil was inadequate, to which 5% of CHM was added, in such a way that the CBR at 100% gives us a favorable result where the pit N°01 increased from 18.7% to 30.1%, pit N°02 increased from 21.1% to 33.7% and pit N°03 increased from 61.2% to 66.3%.

Keywords: Soil bearing capacity, addition, maize leaf ash.

I. INTRODUCCIÓN

En Cascajal presentan suelos arenosos por lo tanto no son recomendables para las obras de infraestructura civil, porque la Capacidad soporte de suelo es mínima y no cumplen con estándares que entrega el Ministerio de transporte y comunicaciones. Donde el estudio se enfoca para evaluar el impacto de la Ceniza de hoja de maíz como estabilizador en suelo de la zona. La durabilidad del pavimento consta de la calidad del suelo sub rasante, estos suelos pueden ser arenosos, limosos y arcillosos, estos pueden generar problemas en el pavimento, para ello se han ejecutado investigaciones que permiten utilizar diversas técnicas con estabilización para mejorar este tipo de suelos. Las propiedades de la ceniza de residuos orgánico han sido objeto de estudio para diversos trabajos de investigación, obteniendo resultados como la reacción puzolánica para el caso de cenizas de bagazo de caña (Terrones ,2018).

Donde la ceniza de hojas de maíz se adiciono en porcentajes para mejorar la sub rasante del suelo del tramo desde 10+536km al 11+536km de la vía de Cascajal, para aumentar la capacidad de soporte del suelo. Evitando cantidades grandes de movimiento de suelo. Para un mejoramiento de suelo se recomienda la puzolana artificial, contienen silíceos que pueden aumentar la capacidad portante (Diaz,2018, p.11).

La estabilización de suelo-ceniza volante, se obtiene al calcinar las hojas de maíz en horno a grados altos de temperatura. Las cenizas están compuestas por los componentes como silicatos, aluminios y óxidos estos componentes pueden crear una reacción puzolánica con el suelo. Orjuela, Lozano y Valderrama (2020)

Por ello se planteó el problema ¿En qué medida mejorara la capacidad de soporte del suelo, al adicionarle 3 y 5 porciento de ceniza de hojas de Maíz Amarillo, Cascajal, Chimbote -2022?

Por esta razón, a continuación, describo la justificación del proyecto ubicado en la Vía de cascajal 10+536km al 11+536km ubicado en el Distrito de Chimbote-Ancash es un suelo agrícola por lo tanto requiere un mejoramiento en su vía principal de acceso. Por eso se planteó utilizar un residuo agrícola (ceniza de hoja de maíz) empleando como estabilizante, para los cuales la hoja de maíz, contiene sílice y

cuando es calcinado se convierte en ceniza volante y esta forma un compuesto con propiedades cementante. el silicio es excelente componente para el endurecimiento mejoramiento de la Sub rasante de acuerdo a la MTC. Estos materiales posteriormente se incorporarán a los suelos arcilloso, arenoso para que mejoren sus propiedades mecánicas, se evaluaron realizando el Proctor Modificado y el CBR. Esta investigación brinda una nueva alternativa de uso a dicho residuo y minimiza el suelo de préstamo en la construcción de carreteras. A través de este proyecto de investigación, esperamos contribuir a futuras investigaciones realizadas por la sociedad y los futuros profesionales.

La justificación de la investigación se estratifica entre las justificaciones Teoría: dónde se llevará a cabo la investigación para proporcionar resultados obtenidos por aplicación, se implementarán como Conocimiento del diseño de sub rasante utilizando puzolánico de hojas de maíz para aumentar la capacidad de soporte del terreno; por lo tanto la justificación metodológica : Se centra en el proceso para lograr los objetivos de este estudio, este estudio utilizó Programa de Microsoft Excel y utilizado para validar variables. Programa estadístico IBM SPSS 22. Estudia el modelo de la misma manera recomendaciones para la estabilización de suelos con materiales puzolánicos en laboratorio Mecánica de suelos; y por último la justificación practica: Esta investigación se realizó para la mejora en la capacidad de soporte del suelo del tramo del km10+536 al km11+536 de la vía de cascajal utilizando el desperdicio agrícola que es la hoja de maíz amarillo (ceniza de hojas de maíz), para facilitar posibles soluciones para los problemas en el camino que surgen en la sociedad. Través de los estudios en mecánica de suelo se obtendrá resultados que aprovechare para mejorar la capacidad de soporte de este suelo.

Este proyecto de investigación tiene como Objetivo general: Determinar la capacidad de soporte del suelo de la carretera Cascajal adicionando un 3 y 5 porciento de cenizas de hoja de Maíz. En este proceso se desarrollaron los siguientes objetivos específicos: Evaluar la temperatura de calcinación mediante el ensayo de análisis térmica diferencial "A.T.D" de las hojas de maíz, Evaluar la composición química de hojas de maíz mediante la Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x, determinar el pH de la ceniza de hojas de maíz, determinación de las propiedades físicas del suelo de la Vía Cascajal, evaluar y

comparar la capacidad de soporte al 95% y 100% de la MSD mediante la aplicación de los ensayos de CBR patrón y del suelo adicionando el 3% y 5% de ceniza de hojas de maíz.

La hipótesis del proyecto de investigación: Mediante la adición de un 3 y 5 por ciento de ceniza de hojas de maíz amarillo, permitirá mejorar la capacidad de soporte del suelo de la Vía Cascajal, Chimbote- 2022.

Del mismo modo se planteó la hipótesis nula: Mediante la adición de un 3 y 5 de ceniza de hojas de maíz amarillo, no mejora la capacidad del soporte del suelo de la Vía Cascajal, Chimbote- 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Se recomienda algunos contextos similares para este proyecto de investigación. Para Orjuela, Lozano y Valderrama (Colombia,2020), en su tesis titulada “Uso de la ceniza de cascara de maíz como una alternativa en la estabilización de una sub base granular para redes terciarias” cuya investigación tuvo como objetivo evaluar una alternativa de estabilización en el mejoramiento de cascara de maíz para redes terciarias. La metodología utilizada en el proyecto corresponde a un trabajo de tipo experimental, se evaluó la calidad del material de subbase a partir de las dosificaciones de ceniza de 0%,4%,8,14 % y 18% realizando las pruebas de laboratorio realizados en muestras de material granular de subbase, con adición de producto natural correspondiente a ceniza de mazorca de maíz ,realizándolos ensayos como el Proctor estándar y el ensayo de CBR obteniéndolos resultados que a mayor % de ceniza añadido se logra un mejoramiento en el material de subbase. La cascara de maíz resulta una opción viable para la estabilización de capas de subbase.

Así mismo, Barragán y Cuervo (Colombia, 2019), cuya tesis titulada: “Análisis de comportamiento físico mecánico al adicionar ceniza de cascara de arroz de variedad blanco en suelo arenoso arcilloso” donde tuvo como objetivo: analizar el factor físico mecánico asociado en la resistencia de un suelo arenoso arcilloso adicionando cenizas de cascara de arroz respecto al suelo virgen del mismo tipo. Este estudio se trabajó con el método aplicativo y experimental con un enfoque cuantitativo, dónde se concluyó un efecto positivo adicionando el 1% de CCA

logrando aumentar su capacidad de soporte en un 19% con respecto al suelo patrón.

Así mismo, Chicaiza y Oña (Ecuador,2018), su proyecto de tesis titulado. “Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolana extraídas de ceniza de cascara de arroz”, El objetivo principal: Estudiar proceso de estabilización de arcilla expansivas con puzolana de ceniza de cascara de arroz, para controlar la expansión libre que se produce con el incremento de humedad. En esta investigación se utilizó la metodología de tipo exploratorio con un diseño experimental con un enfoque cuantitativo. Donde se adiciono 10,20y 30% de puzolana dando como resultado el control de la expansión y presentación de un estabilizante para este suelo estudiado.

De igual manera, Cañar (Ecuador ,2017), su proyecto de tesis titulado “Análisis comparativo de la resistencia al corte y la estabilización del suelo arenoso finos y arcilloso combinado con las cenizas de carbón”. El objetivo principal es evaluar la resistencia al corte entre los suelos arenoso fino y arcilloso y el comportamiento mecánico de la estabilización del suelo con cenizas de carbón para evaluar las mejores condiciones para su uso. En esta investigación se utilizó la metodología de tipo exploratorio con un diseño experimental con un enfoque cuantitativo, donde se realizó ensayos en laboratorio como granulometría y compactación, donde se concluyó que la ceniza de carbón favorece y mejora la resistencia en suelos arenosos finos.

De igual manera Caamaño (Bogotá,2016). Desarrollo la investigación con título “Mejoramiento del suelo blando en subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente” la cual tuvo un objetivo principal: Las propiedades físicas del suelo de la calzada flexible de la ceniza de cáscara de arroz. Este método utilizado corresponde al tipo de experimento, tratando de determinar la probable ocurrencia de variables manipuladas en el parámetro de interés. La muestra establecida para análisis experimental corresponde a un suelo blando de calzada, para analizar su influencia en el comportamiento físico y geo mecánico se adiciono 0% y 6% de ceniza de cascar de arroz. material. Los concluyo que los residuos agrícolas industriales hacen una gran contribución a la resistencia ilimitada de los materiales, en comparación con esta adición de ceniza de cascara de arroz,

la adición 4% de ceniza de cascara de arroz aumenta esta variable en más de un 100%.

Por otra parte, Ipince, (Lima,2020), su investigación titulada “Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tuza de maíz en la calle 12 de distrito Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019)”, donde su objetivo general: evaluar que el elemento influya en la subrasante de suelo arcilloso limoso. la metodología de este proyecto de investigación es de tipo aplicada, con diseño no experimental, Se determina mediante medición de humedad, análisis del tamaño de partículas, prueba Proctor modificada, CBR. Se concluye que al adicionarle el 15 % de ceniza de tuza de maíz influye en el mejoramiento de la subrasante en este tipo de suelo.

De acuerdo, Hinostroza (Lima,2019), su investigación titulada “mejoramiento de la subrasante utilizado ceniza de fibra de coco en avenida 13 de julio de manchay, pachacamac, Lima-2019), donde su objetivo general: determinar de qué manera influye las cenizas de cascara de coco y ceniza de caña de azúcar en el mejoramiento de subrasante” la metodología de este proyecto de investigación es de tipo aplicada, con diseño experimental. Este estudio se basa en la población donde se realizó ensayos de mecánica de suelo y se realizó pruebas de granulometría, Proctor, expansión y cbr. donde se adiciono un porcentaje de 3% de ceniza de cascara de coco y 35 % de ceniza de caña de azúcar, la cual se concluye que al adicionarle estos porcentajes de cenizas mejoran la resistencia de la subrasante.

Asimismo, Requejo (Lambayeque,2019), su investigación titulada “estabilización de suelos arenosos utilizando oryza sativa(arroz), pueblo joven dunas-lambayeque-Perú 2019), la cual su obeitivo: evaluar la influencia que presenta la adición de 3%,5%,7% y 9% de ceniza de arroz. la metodología de este proyecto de investigación es del tipo experimental. Dando como resultado que con estas adiciones logran mejorar notablemente las propiedades mecánicas de este suelo arenoso.

De igual manera, Terrones (Trujillo,2018), desarrollo su investigación titulada “estabilización de suelo arcilloso al adicionar ceniza de bagazo de caña para mejorar la subrasante en el sector Barraza. Trujillo – 2018”. En la cual el objetivo es determinar la influencia agregando ceniza de bagazo, con las siguientes adiciones de (5%, 10% y 15% con respecto al suelo seco). su metodología de la investigación es del tipo experimental donde se realizaron pruebas de características del suelo; además, su porcentaje óptimo de humedad, densidad máxima seca, resistencia en compresión simple ilimitada y porcentaje de CBR para las muestras sin cambios y la muestra con CBCA agregado. Se concluyó, que al adicionarlo 5% de CBCA en la muestra de suelo alcanza a resistir un promedio de 150.60 kPa y el porcentaje de CBR. Representa el 23.67%.

Asimismo, Castro (Lima, 2017), su investigación titulada “estabilización de suelo arcilloso con cenizas de cascarilla de arroz para el mejorar la subrasante”, la cual su objetivo: evaluar si la cenizas de cascarilla de arroz se puede utilizar como un material estabilizante del suelo arcilloso usándolos a nivel de sub rasante de un pavimento, la metodología de este proyecto de investigación es del tipo experimental ,Se determina mediante medición de humedad, análisis del tamaño de partículas, prueba Proctor modificada, CBR y otras pruebas. Durante esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados, que indican que el suelo estabilizar con ceniza de cascarilla de arroz provoca cambios mejorables en la sub rasante.

Como se muestra en Sánchez, (Arequipa,2015). Desarrollo la investigación titulada: Estabilización de suelo arcilloso para fin de construir pavimento en el tramo de socosani a yura del departamento de Arequipa utilizando cenizas de panca de maíz, donde tuvo el objetivo general : Encontrar una dosificación adecuada para obtener los mejores resultados con la mezcla de la cenizas de pancas de maíz con y suelo arcilloso, la cual su diseño de investigación es de tipo aplicada y de diseño causi-experimental, su conclusión es que se obtuvieron buenos resultados en cuanto a mejora de C.B.R. El resultado es 11,32%.

Por otra parte, Capuñay y Pastor (Nuevo Chimbote -2020), en su tesis titulado: “Estabilización de suelos con cenizas de bagazo de caña de azúcar para uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote”. Donde su objetivo general: ¿Cómo influye la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de suelo como subrasante mejorada y que tan viable es su uso tanto técnica como económica? Metodología que se trabajó en este proyecto de investigación es de experimental de nivel cuasi-experimental, Se determina mediante medición de humedad, análisis del tamaño de partículas, prueba Proctor modificada, CBR. Donde se concluye que adicionando ceniza en los porcentajes de 25%,30% y 45% se ha logrado estabilizar la subrasante para uso de pavimentación.

Donde, Esquivel y Gamez (Nuevo Chimbote-2019), en su tesis titulado: “Cal y ceniza de cascara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la via de santa clemencia-chachapoyas”. Donde su objetivo general: ¿la cal y ceniza de cascara de arroz estabilizara la superficie de rodadura en la vía santa clemencia-chachapoyas? La metodología que se utilizó es de tipo experimental, donde se mezcló en porcentajes de 2%,4%y 6% de cal y 5%,10% y 20% de ceniza de cascara de arroz, dando como resultado un mayor valor de cbr al 95% de la MDS donde su valor fue de 24% asi aumentando 2.6 veces respecto del suelo natural, donde se puede concluir que la ceniza de cascara de arroz mejora la superficie de rodadura.

Donde, Díaz (Nuevo Chimbote,2018), en su tesis titulado “estabilización del suelo del caserío de Cascajal Izquierdo con la finalidad de pavimentación, utilizando ceniza de pajas de trigo – Distrito Chimbote, Ancash – 2018”. Donde su objetivo general: determinar el efecto de la ceniza de paja de trigo como estabilizador del suelo del caserío Cascajal para pavimentar. La metodología que se utilizó es de tipo experimental donde se adicionan cenizas de los tallos de trigo. El estudio se define como la prueba de análisis de granulometría, límite de consistencia, Proctor modificado, relación de rodamientos de California (CBR). En conclusión, según las pruebas realizadas se puede estabilizar el Cascajal agregando 5% de ceniza de pajas de trigo. El suelo de Cascajal Izquierdo. En comparación con el CBR del suelo estándar del 14%, las propiedades mecánicas del CBR del suelo se pueden mejorar hasta en un 32%.

Por lo que, Lujerio (Chimbote,2018), En su tesis que lleva como título “Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña en la estabilización de suelo en la carretera de cantu-huaraz” el cual tuvo como objetivo: Evaluar el efecto al adicionar 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar frente al suelo patrón para ser estabilizado en carretera de la localidad de Cantu – Huaraz. Metodología que se trabajó en este proyecto de investigación es de experimental de nivel cuasi-experimental, Se determina mediante medición de humedad, análisis del tamaño de partículas, prueba Proctor modificada, CBR. Se concluye que al adicionar cemento y ceniza de bagazo de caña de azúcar mejora la capacidad de soporte de suelo patrón donde aumento al 100% de 42.49 a 51.73% cuando se adiciona cemento y adicionando cba aumento a 46.86% y al 95% aumento de 20% de muestra patrón a experimental de 25% y 22.83.

Por otra parte, Vásquez (Chimbote,2018), En su tesis que lleva como título “Capacidad de soporte al estabilizar un suelo en la carretera cascajal adicionan carbón y cal a nivel de subrasante”, el cual tuvo como objetivo: Evaluar la capacidad de soporte al estabilizar el suelo en la carretera de cascajal adicionando 7% de carbón mineral y 4% de cal en nivel de subrasante. Metodología que se trabajó en este proyecto de investigación es de experimental de nivel cuasi-experimental, debido a que no se puede dar por seguro la igualdad en inicio de los grupos experimental y control(patrn). La conclusión final muestra que según su clasificación AASHTO, las calicatas 01,02 y 03, tienen tipo suelo limoso (A-4), y la correlación en clasificación SUCS pertenece al tipo ML (limo de baja plasticidad arenosa) Realice (CBR) en tres minas, obtenga un valor CBR estándar del 100% del 16,2% en el eje 01, y agregue 7% de carbón y 4% 29,0% 100% de cal en el eje 7. El valor 100% estándar de CBR del pozo N ° 02 es 15,4%, la adición de 7% de carbono y 4% 100% de cal es 35,3%, el valor estándar de CBR del pozo N ° 03 es 100% de 14.0% y luego 7% El carbón y el 4% de cal se añaden al 32,2% al 100%.

De acuerdo a los requerimientos de la investigación, los temas discutidos a continuación son teorías relacionadas con variables, siendo necesario partir de los suelos para definir: Son capas en el nivel del terreno natural del suelo, preparadas y compactadas están para que resistan la carga que soporta. Los suelos con una relación de carga de California (CBR) mayor o igual al 6% se consideran materiales adecuados para el nivel de sub rasante. Por otro lado, si el pavimento es bajo, el suelo se estabilizará, por lo que se buscarán soluciones alternativas según la naturaleza del suelo, de manera que el suelo se estabilice mecánica y químicamente mediante y seleccionará una alternativa al suelo básico. El nivel de mejora, y también la opción más viable económica y técnicamente (Ministerio de Transporte, 2013, p. 46).

Tipos de suelos: Según el tamaño principal de las partículas, el suelo suele denominarse grava, arena, limo o arcilla. Rocas trituradas: Son acumulaciones sueltas de fragmentos rocosos de más de 2 mm de diámetro. La grava ocupa una gran superficie, pero casi siempre hay más o menos cantos rodados, arena, limo y arcilla. Simeón, (2017). Arena es el nombre de los materiales de grano fino producidos por la denudación de rocas o trituración manual. El principio y la existencia de la arena es similar al de la grava: ambos se encuentran en el mismo depósito. La arena del río a menudo contiene una proporción relativamente grande de grava y arcilla. Ojeda, Mendoza, Baltazar, (2018).

Limo: Estos son suelos de grano fino con poca o ninguna plasticidad, pueden ser limos inorgánicos como los que se producen en las canteras, o limos orgánicos como los que se encuentran habitualmente en los ríos, estos últimos tienen plasticidad. El limo suelto y saturado es completamente inadecuado para soportar carga a través de la zapata. Su color es de gris claro a muy oscuro. Los lodos orgánicos tienen una permeabilidad muy baja y una compresibilidad muy alta. Si no es denso, el limo generalmente se considera un mal suelo para el cemento (Roldan,2009).

Arcilla: El nombre de arcilla se refiere a partículas sólidas, La masa se vuelve plástica al momento de mezclarse con el agua, es un silicato de aluminio hidratado (Roldan, 2009).

Estabilización del suelo: se define como la mejora de las propiedades físicas de un suelo determinado utilizando métodos mecánicos y una combinación de productos químicos, sintéticos o naturales. (Sherwood,1993).

Donde la Capacidad de Soporte: Se define como la capacidad de un determinado suelo para soportar una determinada carga. La capacidad del soporte se determina a partir de la prueba del CBR, donde calcula la resistencia al corte del suelo en condiciones controladas de humedad y densidad con niveles de compactación variables, Porcentaje (%) de relaciones de apoyo permitidas. MTC (2014).

Estabilización Mecánica: Se trata de una tecnología mejorada basada en una mezcla de diferentes materiales con características complementarias, de manera que se pueden obtener nuevos materiales con mayor calidad y cumplimiento de requisitos. De La Cruz y Salcedo, (2016, p. 24).

Estabilización química: Este método es basado en la mezcla de suelo natural y reactivos químicos, que puede mejorarse según las necesidades de la estructura (carretera). Idalberto, (2008).

Subrasante: Superficie terminada en una vía en nivel de movimientos de tierra (corte y relleno), sobre donde se colocan aceras o estructuras definidas. (MTC, Suelos y Pavimentos 2014).

Con el fin de obtener pruebas de laboratorio de La información geotécnica del suelo a analizar fue analizada en el laboratorio donde se determinó las propiedades físicas, mecánicas y químicas en la muestra. arena limosa y cenizas de hoja de maíz. Ensayo físico: El ensayo del suelo se obtuvieron en laboratorio de mecánica de suelo de la USP. Estos ensayos se llevaron a cabo de acuerdo con del Manual de Ensayos de Materiales Viales del Ministerio de Transporte.

Contenido de humedad: se refiere a la relación de la diferencia entre el peso del agua en la muestra de suelo en su estado natural y el peso de la muestra después de secarse en un horno a cierta temperatura. especificada de 105 ° C a 110 ° C. "Manual de suelos y pavimentos" (MTC, 2014). El ensayo granulométrico por tamizado: Mediante este ensayo en suelo se puede determinar las proporciones de partículas que componen el suelo y clasificar según su tamaño. Geomecánica(2016).

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.CS.): Este sistema divide un suelo en: suelo de partícula grueso, suelo de partícula fino y suelo orgánico. Al tamizar el material con un tamiz No. 200. El suelo grueso corresponde a los que quedan en el tamiz y el suelo fino corresponde a los que pasan por el tamiz. manera si más del 50% de las partículas permanecen en el tamiz No. 200, el suelo se considera espeso. Si más del 50% de las partículas son más pequeñas que el tamiz mencionado anteriormente, es un fino. (Das, 2001, pág. 39).

Clasificación AASHTO: De acuerdo con este sistema, el suelo se divide en dos categorías: la primera categoría es suelo granular y la otra es suelo fino. Los grupos están representados por símbolos que van de A-1 a A-8; entre ellos, el suelo inorgánico se divide en los primeros siete grupos de A-1 a A-7, y luego se divide en doce subgrupos sucesivamente. Por el contrario, el suelo con alto contenido orgánico se clasifica como A-8. Manual de Suelos y Pavimento (MTC, 2014).

Ensayos Mecánicos como la prueba Proctor Modificado: Determina la relación entre el contenido de humedad y el peso seco del suelo compactado en un molde en capas, el tamaño del molde es de pistón de 10 lbf. Se confirma que cae desde una altura determinada y la energía de compactación producida es de 2700 kN-m / m³. Un molde de diámetro 4 pulgadas se compacta en 5 capas golpeándolo 5 veces con el martillo o apisonador. Mediante esta prueba, se evalúa la densidad seca máxima de suelo en relación con la humedad bajo una determinada fuerza de compactación. (Rajapakse ,2017).

Ensayo CBR: Es un ensayo donde se determina la calidad de los materiales del suelo en función de resistencia, donde se evalúa el índice de permeabilidad, la prueba se realiza en suelo saturado donde indica su situación más crítica. El valor CBR se obtiene en el suelo con cierto grado de compactación, y la unidad de carga necesaria para que el pistón circular alcance una cierta hondura de penetración de 19,35 cm² en el suelo con cierta densidad y el kilogramo / cm² (libras / pulgada cuadrada, (psi)) Proporción. Relativo a la humedad y densidad de la carga unitaria estándar que se requiere para que obtenga la misma hondura de penetración en muestras estándar de materiales triturados. Manual de pruebas de materiales Bustillos, (2010).

Maíz Amarillo: Siendo su nombre científico *Zea mays* L.: Es una planta herbácea, lo que significa que su estructura se basa en tallos cilíndricos huecos, cubiertos de nudos o granos rellenos, y cubiertos por hojas largas y estrechas. Sevilla, (2008)

Hojas de maíz: las hojas son alargadas, enrolladas firmemente alrededor del tallo, de donde crecen las mazorcas. Cada mazorca está compuesta por un tronco de árbol o mazorca, cubierta con hileras de grano. Ipince, (2019).

Accesibilidad a hojas de maíz Nivel regional y Local: En la región Ancash, la siembra se desarrolla en las zonas costeras, especialmente en el Valle de Santa, y su producción se ha centrado en el saldo de 6257 kg / ha de maíz de la alimentación y agroindustria hasta 2016. (SIEA,2016).

Para este trabajo de investigación se extrajeron las hojas de maíz de Valle el Progreso - Santa. con coordenadas S 8°50'33,05" Y W78°33'24,05" El proceso al que se va a someter dicho material es, al lavado y secado y pre quemado para luego ser calcinado a 370 °C.

Análisis de las propiedades: Ceniza de hoja de maíz, esta materia prima contiene dióxido de silicio, este se puede convertir en puzolana por combustión. Estos adhesivos casi no tienen efecto cementante sin tratamiento, pero cuando se convierten en cenizas volantes forman compuestos con propiedades cementantes. Orjuela, Lozano y Valderrama (2020).

Puzolana artificial, cenizas volantes: calcinadas a una temperatura de 550 ° C, de manera donde el material mineral se quema utilizando carbón como material de lignito, ejemplos, calcinamiento de ladrillos, calcinamiento de carbón, etc. Vega, (2006).

La ceniza de rastrojo agrícola: como hojas de maíz, pajas de trigo, hoja de caña de azúcar, cascara de arroz. Lencinas e incahuanaco, (2017, página 21).

Activación de cenizas volantes: El análisis térmico cubre las siguientes técnicas: Cuando el rendimiento del sistema está sujeto a cambios controlados en el sistema, se pueden analizar los cambios de rendimiento del sistema con la temperatura. El efecto del calor sobre el material cambiará muchas de sus propiedades.

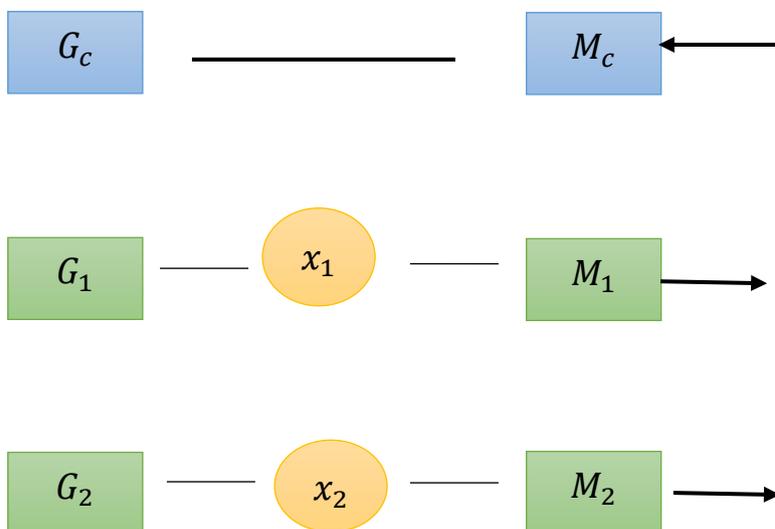
Estudiamos la pérdida de pesos de la muestra a una determinada temperatura. Cristelo, (2012).

III.- METODOLOGÍA

3.1.-Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Esta investigación es del tipo aplicada, ya que fue propuesto para atender las deficiencias del suelo del tramo en la vía de Cascajal adicionando dos porcentajes de material de ceniza de hojas de maíz amarillo.

Diseño de investigación: se desarrolló con el diseño de método experimental de nivel Cuasi-Experimental por lo que tiene un grupo de control y un grupo de experimental. La cual se estudió dentro de método cuantitativo porque utilizó la recopilación de datos para responder las preguntas de esta investigación. confiando en la medición numérica de las variables. Está siendo la capacidad de soporte del suelo y adición de ceniza de hojas de maíz en porcentajes de 3% y 5%.



Gc: Grupo de control, muestra de mezclas de suelo en estado natural

G1 y G2: Muestras de mezcla de suelo experimental

X1 y X2: Adiciones de ceniza de hojas de maíz en distintos porcentajes.

Mc: Resultados de mezcla de suelo en estado natural

M1 y M2: Resultados de mezcla de suelo experimental.

3.2. Variable y Operacionalización

Variable Dependiente: Capacidad de Soporte.

Definición Conceptual: Es la capacidad de un determinado suelo para soportar una determinada carga. La capacidad del soporte se determina a partir de la prueba del CBR, donde calcula la resistencia al cizallamiento de los suelos en condiciones controladas de humedad y densidad en niveles de compactación variables, Porcentajes (%) de relaciones de apoyo permitidas. MTC (2014).

Definición Operacional: la capacidad de soporte es un proceso donde trata de mejorar la propiedad físico-química del suelo adicionando porcentajes de material como la ceniza de hojas de maíz amarillo que fue realizó a través un estudio in situ protocolos y calicatas. En este estudio se realizaron estudios respecto a mecánica de suelos.

Dimensiones: Propiedades del suelo.

Indicadores: Se utilizo el contenido de humedad, granulometría, Proctor modificado y ensayo de CBR.

Escala de medición: La escala de medición en los indicadores fue razón.

Variable Independiente: Ceniza de hoja de maíz.

Definición conceptual: Ceniza de hoja de maíz, esta materia prima contiene dióxido de silicio, este se puede convertir en puzolana por combustión. Estos adhesivos casi no tienen efecto cementante sin tratamiento, pero cuando se convierten en cenizas volantes forman compuestos con propiedades cementantes. Orjuela, Lozano y Valderrama (2020).

Definición Operacional: Este proyecto de investigación fue desarrollado mediante la calcinación de las cenizas de hoja de maíz para así poder tener parámetros de su propiedad química.

Dimensiones: propiedades químicas, análisis térmico diferencial.

Indicadores: Los indicadores que utilice fueron los componentes y temperatura de calcinación.

Escala de medición: Esta escala de medición en los indicadores es la razón.

3.3.- Población, muestra y muestreo

Fidias (2012, p.81) Definiendo población como Un conjunto de elementos con características comunes, las conclusiones de esta investigación serán amplias. La población está comprendida por la Vía de Cascajal en el tramo de 1 km, la cual está ubicado en el distrito de Chimbote. Donde seleccioné el área de la cual obtuve muestras de suelo según lo que indica en el MTC (2014), nos indica que se debe realizar por medio de calicatas de 1.5m de profundidad.

Criterios de inclusión: se consideró este tramo de esta vía de Cascajal porque está afectada en malas condiciones por el desgaste del suelo.

Criterios de exclusión: las muestras de suelo tomadas en las calicatas no deben ser extraídas a menor profundidad dadas por el reglamento del Ministerio de Transporte y comunicaciones para que sean correctos los resultados del ensayo de granulometría y así poder determinar el tipo de suelo de la zona.

FWIGODSKI (2010, p.1) explica que la muestra es un subconjunto fiel representativo de una población. Se consideró una muestra correspondiente a 1 km de tramo de vía de Cascajal, donde que la carretera es de tercera clase entonces tome 2 calicatas por kilómetro, pero por tema de investigación aumente una calicata más. con la finalidad de determinar la capacidad de soporte del suelo en la carretera de cascajal adicionando un 3% y 5% de ceniza de hojas de Maíz.

En lo cual, se obtuvo un muestreo no probabilístico intencional por lo que se estudió un tramo de 1 km ubicado en la vía de Cascajal.

3.4.- Técnica e instrumento de recolección de datos.

Méndez (1999, p.143) Nos indica que las técnicas de recopilación de datos o información son archivos o hechos que los investigadores utilizan para almacenar información. En este proyecto de investigación utilice la observación científica donde observe hechos, acciones, casos y situaciones dentro del proceso de experimentación.

Los instrumentos utilizados fueron los protocolos y fichas técnicas del laboratorio de especialistas para las diferentes pruebas, estos son formatos estandarizados

basados en las normas ASTM, con el cual se pudo obtener datos de los siguientes ensayos realizados como:

- Ensayo de análisis térmica diferencial “A.T.D”
- Ensayo de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x
- Ensayo del potencial de hidrógeno (PH)
- Granulometría
- Contenido de Humedad
- Proctor Modificado
- California Bearing Ratio (CBR)

Donde la validación y confiabilidad de los instrumentos requeridos en esta investigación fueron mediante las normas técnicas, donde la validez y la confiabilidad relacionado a los instrumentos fueron otorgados por los encargados competentes a obtención de resultados tales como las fichas otorgadas en laboratorio de mecánica de suelos, manuales y normas.

3.5. Procedimientos:

Procedimiento para obtener la ceniza de hoja de Maíz.

Estos residuos agrícolas (hojas de maíz) se colectaron de la chacra de dicho cultivo que está ubicado en poblado el progreso-Distrito de Santa, Áncash, en el caso de la hoja de Maíz, se procedió a hacer lavado con abundante agua potable luego se procedió al secado a una temperatura natural durante 2 días. Luego del secado se procedió a pulverizar 10gm de hoja de maíz para ser llevado a la Universidad de Trujillo en la facultad de Ingeniería de materiales en el laboratorio de polímeros donde se realizará la prueba de análisis térmico diferencial (ATD). y así se evaluó la temperatura óptima de calcinación de dicho material. La activación térmica de las hojas de Maíz se realizó por una calcinación a una temperatura de 370°C durante 2 horas.

Después se tamizo 20gr de cenizas de hojas de maíz en la malla de tamizar N°200, se llevó al laboratorio de Arquimetría de la Universidad Nacional Mayor De San Marcos (UNMSM), en la cual se realizó la prueba de fluorescencia de rayos x, obteniendo así sus propiedades químicas en la ceniza de hojas de maíz, se

encontró un porcentaje de (73.469) % de óxido de sílice (SiO_2) donde este porcentaje fue favorable para mejorar el terreno de mala calidad de la subrasante.

Procedimiento de la muestra de suelo

Luego se empezó a realizar las calicatas a una altura de 1.5mt sobre el nivel de subrasante del proyecto, donde la norma MTC El tercer tipo de vía: vías IMDA con dos carriles entre 400-201 veh / día. Procedí a realizar tres calicatas en el kilómetro de la carretera estudiada. Esta muestra se llevó al laboratorio para procesar ensayos.

Análisis Granulométrico por tamizado (ASTMD-422): se pesa una cantidad aproximadamente de 500gr de muestra la cual pasa por la malla n°04, luego se coloca las mallas restantes de mayor a menor para que así esté organizado de acuerdo al tamaño. Se empieza a mover los tamices hasta que la muestra haya pasado y retenido parte del material por todas las mallas. Finalizado el procedimiento se anota los pesos del material retenido en cada malla, de tal manera que los resultados sean exactos. después se procesa los datos obtenidos en laboratorio. (Simeón, 2017. p.8).

Proctor modificado (ASTM D 1557): La muestra de suelo que se compacta se coloca en un molde estándar y se compacta dejando caer un martillo estándar de 25 golpes por cada capa. Este procedimiento se realiza en 5 capas. Luego de haber realizado este procedimiento se obtiene el peso del suelo con el cual se encuentra el contenido de humedad. Luego se toma una muestra pequeña de suelo y se lleva ahorno para luego obtener la densidad seca. (Rajapakse,2017. p.3).

La muestra que se utilizó en este ensayo fue seleccionado y pesado en la balanza antes de seguir con el mezclado de la muestra más igual a proporciones. Una vez mezclada y humedecida la muestra se procede a dar golpes con un martillo a cada capa 25 golpes, finalizado los golpes a cada capa se empieza a enrasar la muestra con respecto al molde. Una vez finalizado el enrase se deja limpio el molde más la muestra con la finalidad de que el peso sea exacto. Cuando se finaliza se lleva a una balanza y se anota el peso de la muestra con molde, luego se retira una muestra y se coloca en una tara y para luego poner en un horno a 110°C. para luego obtener la densidad seca. Este ensayo se realizó para cada calicata con la muestra

patrón y luego en la muestra experimental donde se adicione el 3% y 5% de ceniza de hoja de maíz.

CBR(ASTM-D1883): Lo primero que se realiza en este ensayo se procede a pesar el molde sin collarín más la base, con fin de agarrar una muestra con el objetivo de tener un contenido de humedad antes y después de que la muestra sea compactada. Esta compactación se da en 3 capas. Donde cada capa se realiza para una muestra, estas muestras en diferentes probetas a 56,25 y 10 golpes por capa. Luego se retira el collarín y se enrasa (tenga la misma altura), con la finalidad de separar el molde de la base para luego darle vuelta. Después que el molde está fijo se volteara y luego se quita el disco, después se pesa el molde con el fin de determinar la densidad antes de sumergir la muestra, la muestra se sumerge en una pileta por 96 horas, se toma lectura con el deformímetro esto se hace antes y después del proceso. Cuando finaliza el tiempo de sumergido se retiran las probetas y se deja drenar por lo menos 15 minutos, después se pesa el molde con la muestra saturada con el fin de terminar la densidad después de sumergido. Luego se coloca el molde en la máquina y se ajusta la carga del pistón a 44kn a más, con la finalidad de generar algún tipo de resistencia y se toma los datos obtenidos (Bustillos,2010. pg.39)

3.6. Método de análisis de datos

Utilice estadística descriptiva en el proyecto de investigación utilizando, fichas técnicas, datos del laboratorio. Se empleó el software Excel donde se interpretó los resultados utilizando gráficos estadísticos, se realizó la observación directa con el fin evaluar la capacidad de soporte de suelo y su variación que existe entre la muestra control y muestra experimental.

También se utilizó estadística inferencial para comprobar el contraste de la hipótesis de análisis de varianza para evaluar y comparar la variabilidad de la información entre grupos de estudio del proyecto de investigación.

Para obtener un mayor Nivel de Significancia se realizó el método estadístico de la prueba de Friedman para verificar si la diferencia es estadísticamente significativa y rechazar la hipótesis nula de la prueba.

Protocolo de investigación se llevó a la práctica en 4 etapas como: Observación y reconocimiento del lugar de estudio: Este proyecto de investigación sirve para hacer un recorrido del tramo de 10+536km a 11+536km de la vía de Cascajal, donde se observó el área donde se desarrolló el trabajo de investigación.

Recolección de datos: herramientas utilizadas en esta etapa me ayudaron a recolectar y medir las variables a estudiar estos fueron las fichas técnicas y datos de laboratorio.

Contrastaciones de la norma: consistió en observar la realidad y hacer una comparación con las normas dadas por el ministerio de transporte datos que están en sus manuales de mejoramiento de propiedades de suelo. Esta ceniza de las hojas de maíz amarillo mejora la capacidad de soporte del suelo: luego que se obtuvo los resultados se procedió a realizar una comparación de la muestra en su estado natural y la muestra experimental del suelo adicionado con ceniza de hoja maíz.

3.7.- Aspectos éticos

En este trabajo de investigación se siguió los artículos mencionados en el código de Ética, estos fueron:

Autonomía: en esta investigación me comprometí a realizar todos los ensayos correspondientes para poder aumentar la capacidad de soporte del suelo estudiado.

Beneficencia: se llevó a cabo este proyecto para beneficiar a los transeúntes y pobladores que transitan por el tramo de 10+536km a 11+536km de la Vía de Cascajal, estos ensayos se realizaron mediante los protocolos de seguridad.

Cuidado del medio ambiente y biodiversidad: Se cumplió con los estándares ambientales evitando contaminantes que causan daño a los humanos o al medio ambiente.

Justicia: en esta investigación fui tratado con respeto antes y después en la recolección de datos.

Libertad: esta investigación se desarrolló de manera independiente con fines académicos escogí este tema de capacidad de soporte de un suelo porque me pareció un tema muy interesante.

Probidad: se actuó con decencia todo este proceso de investigación. Se presento los resultados de manera confiable, no se modificó nada en los protocolos.

Respeto de la prioridad intelectual: se respetó las investigaciones de autores de la información bibliográfica que tómanos como antecedentes para esta investigación evitando el plagio de estos autores.

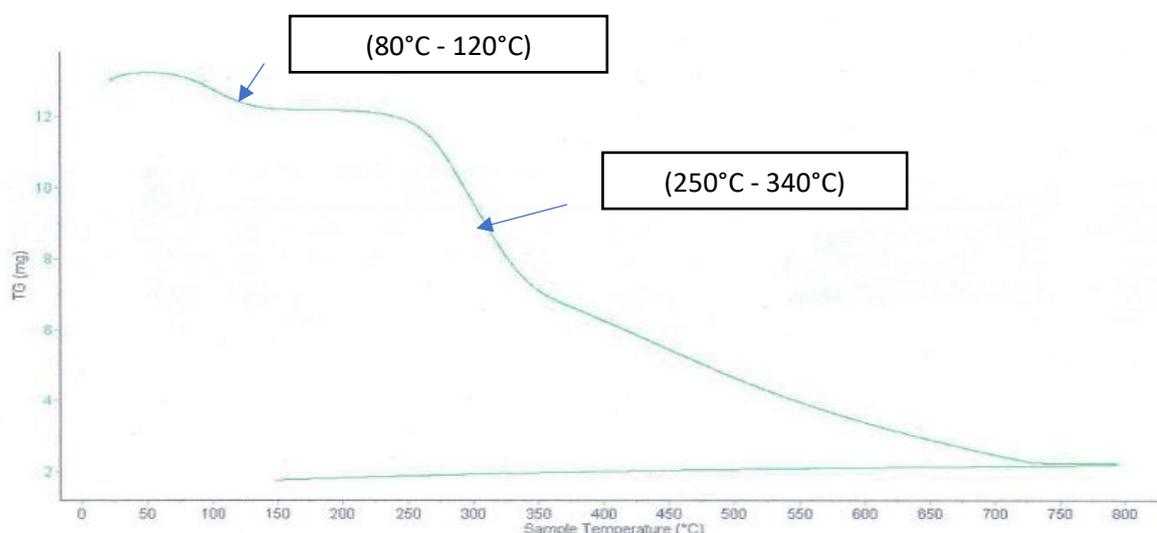
Responsabilidad: soy responsables de las consecuencias derivadas del proceso de investigación de este proyecto.

Transparencia: este proyecto de investigación fue publicado de tal manera que los futuros investigadores puedan guiarse de la metodología de esta investigación.

Precaución: tomé medidas para poder evitar daños futuros en mi investigación.

IV.RESULTADOS

Grafica N°01. Curva de pérdida de masa – Análisis Termogravimétrico de la ceniza de hojas de maíz.

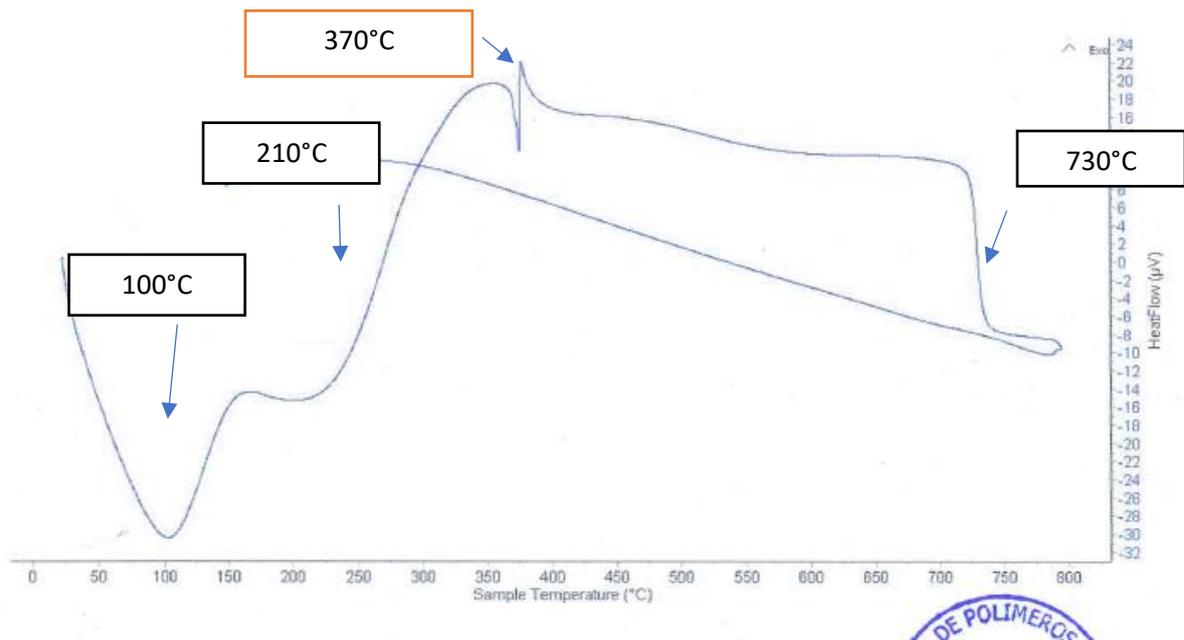


Fuente: laboratorio de polímero (UNT)

Elaboración: propia

Interpretación: Mediante este análisis termo gravimétrico me enseña algunas perdidas de masa entre 80 y 120°C y una más intensa entre 250 y 340 °C, posteriormente la pérdida es lenta progresiva. Este material presenta una pérdida total de 85% respecto a la masa inicial cuando llega a la máxima temperatura de ensayo.

Grafica N°02.-Curva Calorimétrica DSC (Curva de Calor Absorbido) de la ceniza de hojas de Maíz.



Fuente: Laboratorio de polímero (UNT)

Elaboración: propia

interpretación : Según el análisis ATD, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 100°C y 210°C, posteriormente a 370°C y luego a 730°C muestra picos de absorción térmico que podrían indicar posibles Transiciones de fase y cambios en las propiedades de los materiales.

Tabla N°. 01.- De Composición química de las cenizas de hojas de maíz expresada como óxidos.

Composición química	Resultados (%)	Ensayo Realizado
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	3.492	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	73.469	
Óxido de Fosforo (PO ₂)	3.113	
Óxido de Azufre (SO ₂)	1.677	
Dióxido de cloro (ClO ₂)	2.145	
Óxido de Potasio (K ₂ O)	7.438	
Óxido de Calcio (CaO)	6.738	
Óxido de Titanio (TiO ₂)	0.105	
Óxido de vanadio (V ₂ O ₅)	0.007	
Óxido de cromo (Cr ₂ O ₃)	0.001	
Manganeso (MnO)	0.17	
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	1.458	
Níquel (Ni ₂ O ₃)	0.003	
Cobre (CuO)	0.058	
Cinc (ZnO)	0.12	
Trióxido de arsénico, (As ₂ O ₃)	0.007	
Bromito, (BrO ₂)	0.007	
Óxido de estroncio (SrO)	0.025	
Óxido de itrio (Y ₂ O ₃)	0.001	
Dióxido de zirconio (ZrO ₂)	0.007	
total:	100	

Fuente: Laboratorio Arqueometría (UNMSM)

Elaboración: propia

Interpretación: En este se estudiaron las propiedades químicas de la ceniza de maíz y se obtuvieron 73,479% de sílice, 3,492% de aluminio y 6,738% de óxido de calcio.

Gráfico N°03. *Escala de pH*



Fuente: internet

Tabla N° 02. Resultado de pH de muestras

MUESTRA	ENSAYO
	PH
Ceniza de hoja de maíz	11.1
Suelo natural	8.01
Suelo adicionado 3% de Ceniza de hojas de maíz	10.53
Suelo adicionado 5% de Ceniza de hojas de maíz	10.66

Fuente: Laboratorio físico químico (COLECBI)

Elaboración: Propia

Interpretación: Esta tabla muestra los resultados obtenidos donde. El contenido del PH en la ceniza de las hojas de maíz es 11.10, por lo que se le considera un estado Moderadamente alcalino. El contenido de pH de suelo natural es de 8.01, por lo que se le considera un estado ligeramente alcalino. El contenido de pH de suelo natural adicionado 3% de la ceniza de hojas de maíz es de 10.53, por lo que se le considera un estado Moderadamente alcalino. El contenido de pH de suelo natural adicionado 5% de la ceniza de hojas de maíz es de 10.66, por lo que se le considera un estado moderadamente alcalino.

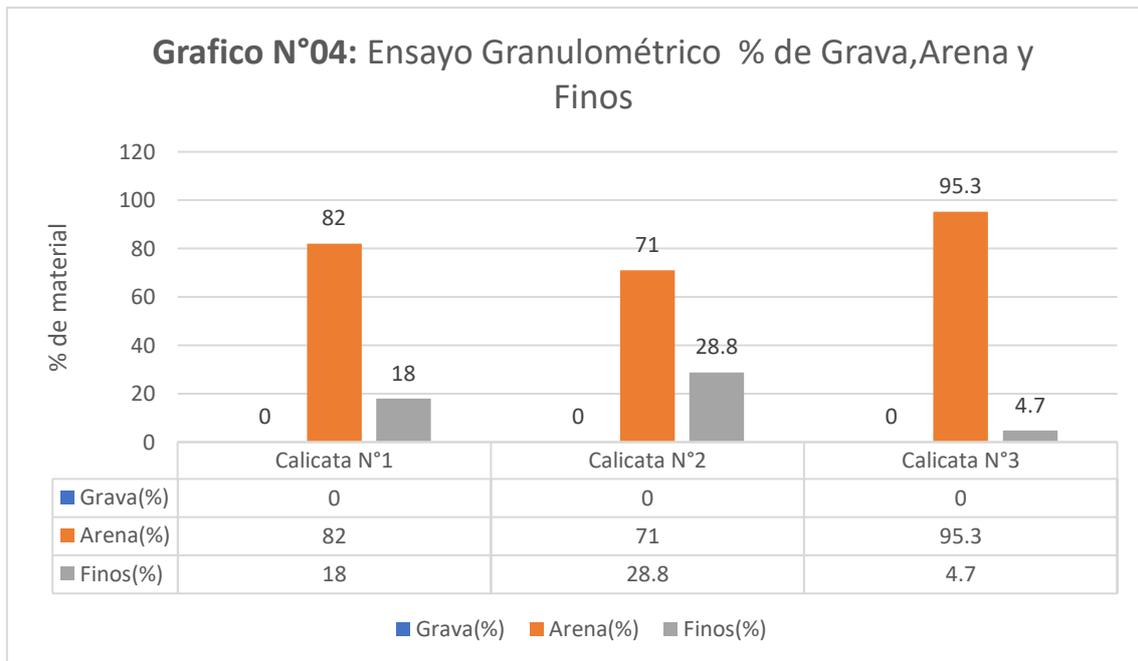
Tabla N°03 Cuadro de contenido de Humedad de calicata C-1, C-2 y C-3

Ensayo N°	C-1	C-2	C-3
Peso de tara+MH	690	663	535
Peso de tara+MH	660	595	525
Peso de tara	170	155	70
Peso de Agua	30	68	10
MS	490	440	455
Contenido de humedad	6.12	15.45	2.2

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelo USP

Elaboración: propia

Interpretación: Estos resultados se muestran en la tabla 02 corresponden a la prueba de contenido de humedad donde: donde el porcentaje de contenido de humedad es un dato que se utiliza para comprender la relación entre el peso del agua en una masa del suelo y sus partículas sólidas. Los resultados mostrados se pueden ver en las muestras obtenidas de la calicata N°01 es 6.12%, calicata N°02 contienen mayor porcentaje de humedad (15.45%) y la calicata N°03 es de 2.2% de humedad.

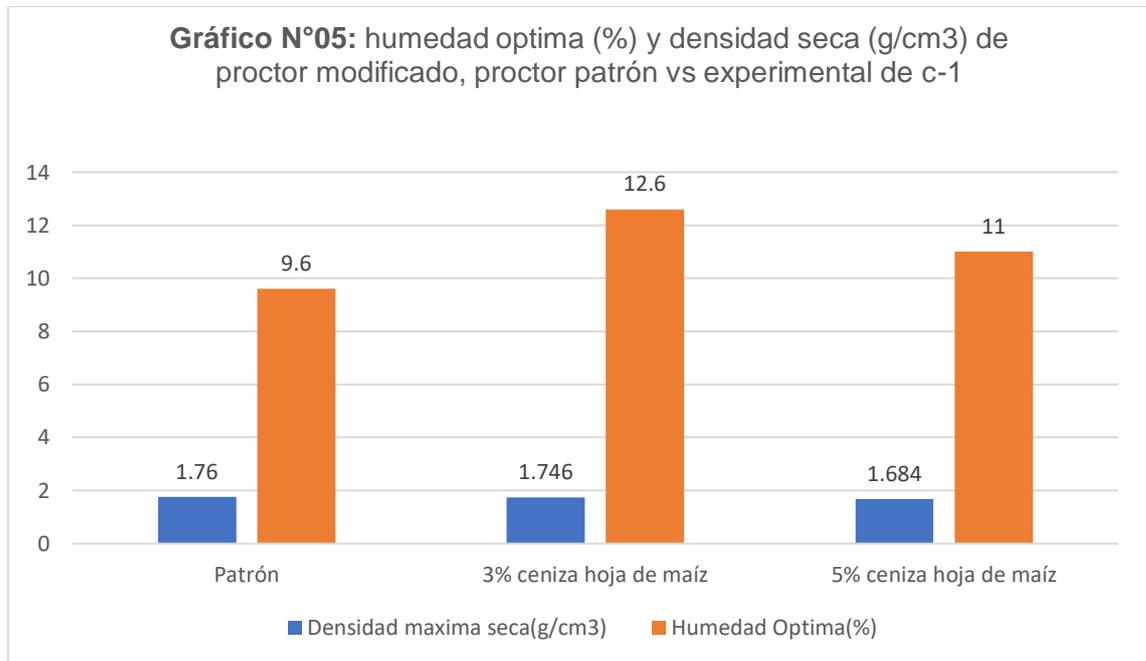


Fuente: Laboratorio de mecánica de suelo USP

Elaboración: Propia

Interpretación: En este gráfico, vemos el porcentaje de cada calicata realizada obteniendo en la calicata N°01 un 82% de material tipo arena y 18% de material fino, en la calicata N°02 un 71% de material tipo arena y 28.8% de material tipo fino. Luego en la calicata N°03 da un valor de 95.3% de material tipo arena y 4.7% de material fino. De acuerdo a la muestra de suelo de las tres calicatas realizadas, Puedo afirmar que este lugar es conformado por material de suelo arenoso limoso de acuerdo al ensayo de granulometría.

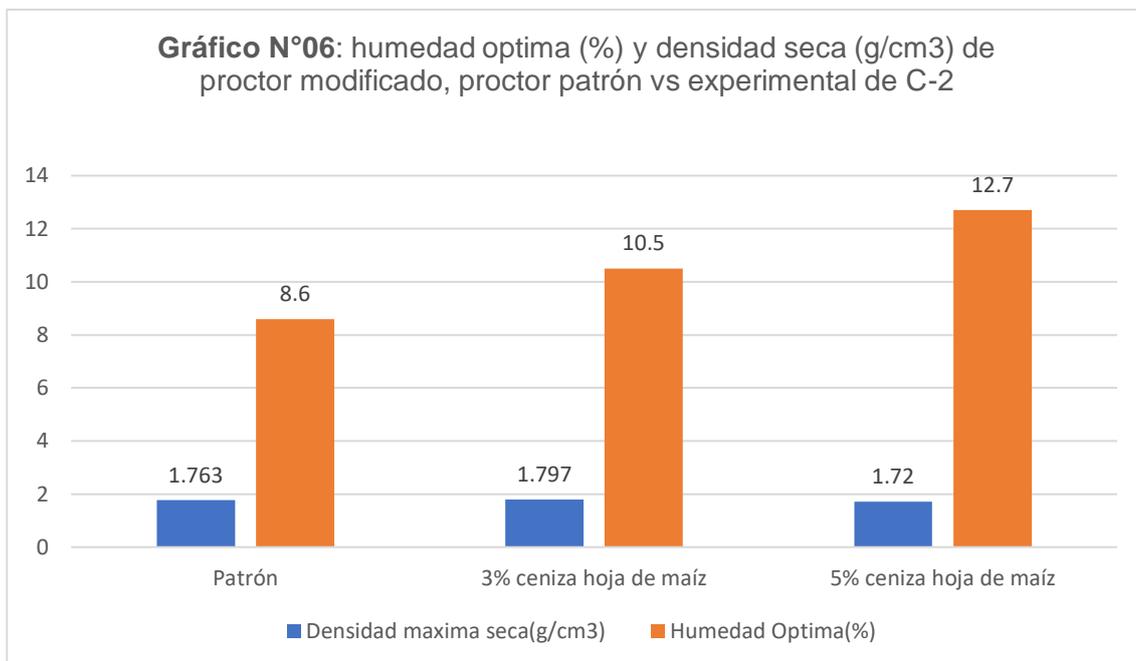
En los siguientes gráficos se muestra el resultado de las pruebas de Proctor modificado, de las muestras patrón y muestras experimentales realizadas de las calicatas C-01, C-02, C-03.



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelo USP

Elaboración: Propia

Interpretación: En este gráfico se aprecia el Proctor modificado de la primera calicata, donde en el suelo patrón se obtiene la densidad máxima seca de 1.76g/cm³ y una humedad óptima de 9.6%. Asimismo, los porcentajes al adicionar el 3% de la ceniza de hojas de maíz se obtiene la densidad máxima seca de 1.746g/cm³ y la humedad óptima de 12.6%. mientras que al adicionar el 5%, se obtuvo 1.684g/cm³ en densidad máxima seca y una humedad óptima de 11%.

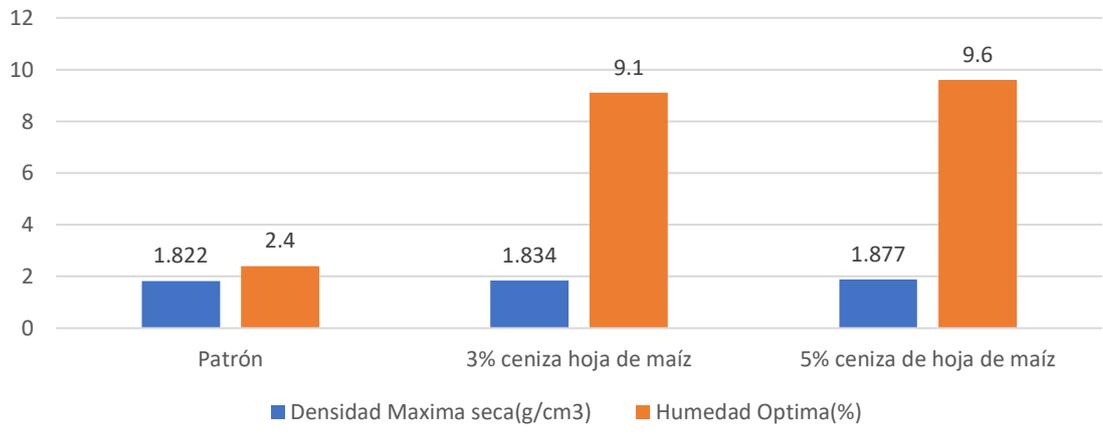


Fuente: Laboratorio de mecánica de suelo USP

Elaboración: propia

Interpretación: En este gráfico se aprecia un Proctor modificado de la segunda calicata, donde en el suelo patrón se obtiene la densidad máxima seca de 1.763g/cm³ y una humedad óptima de 8.6%. Asimismo, los porcentajes al adicionar el 3% de la ceniza de hojas de maíz se obtiene la densidad máxima seca de 1.797g/cm³ y una humedad óptima de 10.5%. mientras que al adicionar el 5%, se obtuvo 1.72g/cm³ de densidad máxima seca con una humedad óptima de 12%.

Gráfico N°07: humedad optima (%) y densidad seca (g/cm³) de proctor modificado, proctor patrón vs experimental de C-3



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelo USP

Elaboración: propia

Interpretación: En este gráfico se aprecia un Proctor modificado de la tercera calicata, donde en el suelo patrón se obtiene la densidad máxima seca de 1.182g/cm³ y una humedad óptima de 2.4%. Asimismo, los porcentajes al adicionar el 3% de la ceniza de hojas de maíz se obtiene la densidad máxima seca de 1.834g/cm³ y una humedad óptima de 9.1%. mientras que al adicionar el 5%, se obtuvo 1.877g/cm³ de densidad máxima seca y una humedad óptima de 9.6%.

Capacidad de soporte – CBR: esta muestra se realizó con el contenido óptimo de humedad extraído de la prueba del Proctor Modificado, luego que se sumergieron las muestras patrón y experimental de las calicatas C-1, C-2, C-3 durante el tiempo de 96 horas (4 días), bajo un peso de 4,5 kg.

Tabla N. °04.-CBR (95 % M.D.S) Adicionando 3% y 5% de ceniza de hojas de maíz amarillo.

Calicatas	CBR con ceniza de hoja de maíz		
	0% (Patrón)	3%	5%
C-1	15.4	18.8	23.5
C-2	13.9	15.3	28.4
C-3	19.8	47.8	49.8
Media	16.37	27.3	33.9

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelo USP

Elaboración: propia

Interpretación: En la tabla N°04 y después de calcular la prueba no paramétrica de Friedman (para muestras relacionadas) se logró tener un valor Chi-cuadrado =6.00, $p=0.05$ y $p<0.10$, se puede decir que existe evidencia que rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, puedo decir que con un nivel de 10% de significancia los CBR (95% M.D.S.), logradas en las muestras de suelo, al adicionarle ceniza de hojas de maíz en 0%, 3%, y 5%, son significativamente diferentes. Visualizándose que mayores CBR (95% M.D.S.) se presentan cuando se adiciona 5% de ceniza de hoja de maíz. (anexo N°11).

Finalmente puedo decir que con la adición de 5% de ceniza de hojas de maíz al 95% en la densidad máxima seca (M.D.S) se pudo lograr mejorar la capacidad de soporte de la vía Cascajal.

Tabla N.º 05 CBR (100 % M.D.S) Adicionando 3% y 5% de ceniza de hojas de maíz amarillo.

Calicatas	CBR con ceniza de hoja de maíz		
	0% (Patrón)	3%	5%
C-1	18.7	20.9	30.1
C-2	21.1	20.7	33.7
C-3	61.2	56.7	66.3
Media	33.67	32.77	43.37

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelo USP

Elaboración: propia

En la tabla N.º 05 y después de calcular la prueba no paramétrica de Friedman (para muestras relacionadas) se logró tener un valor Chi-cuadrado = 4.667, $p=0.097$ y $p<0.10$, se puede decir que existe evidencia que rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, puedo decir que con un nivel de 10% de significancia los CBR (100% M.D.S.) logradas en la muestra de suelo, con adición de ceniza de hojas de maíz en 0%, 3%, y 5%, son significativamente diferentes. Visualizándose que mayores CBR (100% M.D.S.) se presentan al adicionarle 5% de cenizas de hoja de maíz. (anexo N°11)

Finalmente puedo decir que al adicionarle 5% de ceniza de hojas de maíz al 100% de la máxima densidad seca (M.D.S) se pudo aumentar la capacidad de soporte de la vía Cascajal.

V.DISCUSIÓN

- Obtenido los resultados del análisis térmica diferencial “A.T.D”. me indico una pérdida total de 85% respecto a su masa inicial, también me indico un pico de absorción térmico de 370 °C por un periodo de 2 horas entre 100°C y 210°C.La ceniza de hojas de maíz obtenidas del quemado a cielo abierto, fueron pre calcinadas en un horno de temperatura controlada en el laboratorio de la universidad Nacional de Trujillo A 370 °C por 2 horas. Según la investigación de Orjuela, Lozano y Valderrama (Colombia,2020). Esta calcinación a temperatura controlada convertirá uniformemente los componentes de la ceniza de hojas de maíz en un alto porcentaje en sílice. El tiempo de combustión relativamente corto es para mantener las propiedades amorfas del material, lo que facilitará la mezcla durante la adición al suelo.
- Según el análisis químico de muestras de ceniza de hoja de maíz, nos proporciona los componentes más principales de sus óxidos activos, que son:73.469% de Dióxido de Silicio, 3.452% de Trióxido de Aluminio, 6.738% óxido de Calcio, donde esta suma de los componentes da un valor de 83.659%. Estos porcentajes se consideran favorables porque ayudan a mejorar las propiedades de suelo. De acuerdo a las sugerencias de Sánchez (2015) y corroborando con la investigación de Orjuela, Lozano y Valderrama (Colombia,2020) que la ceniza de cascara de maíz lo utiliza como alternativa en la estabilización de una sub base, por sus características puzolanas.
- Al determinar el valor de ph en la ceniza de las hojas de maíz. Los resultados obtenidos en la prueba de alcalinidad de pH indican que la prueba (suelo - ceniza de hojas de maíz), es esencial para evaluar el tipo y nivel de la reacción puzolánica. En la Tabla 02 se puede ver que el resultado de la muestra de prueba tiene un PH alcalino, según Terrones (Trujillo,2018) explica que estas muestras alcalinas se convierten en un compuesto aglomerante, formando así un material con buena actividad puzolánica y asegurando sus propiedades cementante.

- Basado en la norma AASHTO T88 – MTC E 107-20, se determinó que los resultados de los ensayos de granulometría por tamizado expresado en el gráfico n°04 y anexo n°06 se observa que una mayor cantidad de porcentaje del peso retenido parcial se ubica pasando la malla N°20 el cual tiene un diámetro de malla de 2.00mm-0.425mm, donde se determina según el sistema AASHTO el suelo es clasificado como tipo A-2-4 (Suelo Arenoso limoso) y su correlación en clasificación SUCS es de tipo SM (Arenoso limoso), este ensayo se realizó tomando las sugerencias de acuerdo a las normas establecidas. Donde también según el tesista Vásquez (2018) se confirma que el suelo de la carretera Cascajal es un suelo Arenoso limoso.
- El Proctor modificado para las calicatas en el gráfico N°5, N°6, N°7, se puede observar que la relación agua /suelo a través del rango de proporciones de agua propuestas, logra una compactación más eficiente y óptimo contenido de humedad para que sea usado en las pruebas de CBR y se tenga una mayor capacidad de soporte. Según con la prueba en la calicata N°01, se observa una muestra patrón con un porcentaje de 9.6% de humedad óptimo y las muestras experimentales adicionando el 3% con porcentaje de 12.6% y adicionando 5% se obtuvo 11% de humedad óptimo, entonces se puede observar que las muestras experimentales absorbieron más cantidad de agua que la muestra patrón, produjeron más hinchamiento en las muestras experimentales y la densidad máxima seca se reduce al adicionarle el 3% y 5% de ceniza de hojas de maíz en el suelo.

Con base en los resultados de la calicata N°02 se observa una muestra patrón con un porcentaje de 8.60% de humedad óptimo y las muestras experimentales adicionando el 3% con porcentaje de 10.5% y adicionando 5% se obtuvo un 12.7% de humedad óptimo, observé una muestra experimental la cual consumió más cantidad de agua que la muestra patrón, produjo más hinchamiento en las muestras experimentales y la densidad máxima seca aumenta al adicionarle el 3%, pero disminuye al adicionarle un 5% de ceniza de hojas de maíz en el suelo al comparar en el gráfico N°5.

De acuerdo a la pruebas la calicata N°3 se observa una muestra patrón con un porcentaje de 7.92% de humedad óptimo y las muestras experimentales adicionando el 3% con porcentaje de 9.10% y adicionando 5% se obtuvo 9.6% de humedad óptimo, se observa que las muestras experimentales absorbieron más cantidad de agua que la muestra patrón generando más hinchamiento en las muestra experimentales y la densidad seca máxima mejora al adicionarle el 3% y 5% de ceniza de hojas de maíz en el suelo al comparar en el grafico N°6.

- Para las tres calicatas los resultados que se obtuvieron de la prueba de CBR en 95% en la máxima densidad seca y a una penetración de 2.54mm según lo indicado por la tabla N°4, en la calicata C-1 se registra que al adicionarse 3% de cenizas de hoja de maíz en el suelo, este incrementó la capacidad de soporte de 15.4% a 18.8% ubicándola en categoría de buena subrasante según el (Anexo N°12) en el MTC (2014). El incremento en la capacidad de soporte se da porque que la ceniza de hojas de maíz produce una reacción tipo puzolánico. Y al adicionarle 5% de cenizas de hoja de maíz esta mejora más su capacidad de soporte de 15.4% a 23.5% por cual le ubica en categoría de subrasante muy buena. En la calicata C-2 se registra que al adicionarse 3% de cenizas de hoja de maíz al suelo este mejoró la capacidad de soporte de 13.9% a 15.3% ubicándola en categoría de sub rasante buena de acuerdo el (Anexo N°12) MTC (2014). El incremento en su capacidad de soporte se debe a que estas cenizas de hoja de maíz producen una reacción tipo puzolánico. Y al adicionarle 5% de ceniza de hoja de maíz esta mejora más su capacidad de soporte de 13.9% a 28.4% ubicándola en categoría de subrasante muy buena. En la calicata C-3 se registra que al adicionarse 3% de ceniza de hojas de maíz al suelo esto incrementó su capacidad de soporte de 19.8% a 47.8% ubicándola en la categoría de buena subrasante según el (Anexo N°12) en el MTC (2014). El incremento en la capacidad de soporte se da porque la ceniza de hojas de maíz produce una reacción tipo puzolánico. Y al adicionarle 5% de ceniza de hoja de maíz esta mejora más su capacidad de soporte de 19.8% a 49.8% ubicándola en categoría de muy buena subrasante. Estos incrementos

significativos en CBR están relacionados con la Reacción cinética entre óxidos que componen la arena limosa y la sílice presente en la ceniza de hojas de maíz, adopta los cambios de las primeras horas de mezcla. Estudios previos (Díaz, B (2018)) compararon estos resultados con los de otros estudios, como Terrones, A (2018). Al evaluar el uso de ceniza de bagazo (CBCA) para estabilizar el suelo, se encontró que el mayor aumento en CBR se debió a un aumento del 5% en los cambios en la estructura del suelo causados por la reacción puzolánica.

- Para las tres calicatas estos resultados obtenidos en la prueba de CBR en 100% de la máxima densidad seca y a una penetración de 2.54mm según lo indicado en la tabla N°5, en la calicata C-1, se registra que al adicionarse 3% de cenizas de hoja de maíz al suelo esta incrementó su capacidad de soporte de 18.7% a 20.9% ubicándola en categoría de buena subrasante de acuerdo al (Anexo N°12) del MTC (2014). El incremento en su capacidad se da porque la ceniza de hojas de maíz produce una reacción tipo puzolánico. Y al adicionarle 5% la ceniza de hoja de maíz esta mejora más su capacidad de soporte de 18.7% a 30.1% ubicándola en la categoría de muy buena de subrasante. Para la calicata C-2, se registra que al adicionarse 3% de ceniza de hojas de maíz al suelo esta disminuye su capacidad de soporte de 21.1% a 20.7%, No se logra mejorar la capacidad de soporte, pero al adicionarle 5% de cenizas de hoja de maíz esta mejora más su capacidad de soporte de 21.1% a 33.7% ubicándola en categoría de sub rasante muy buena. Para la calicata C-3, se registra que al adicionarse 3% de cenizas de hoja de maíz al suelo esta disminuye su capacidad de soporte de 61.2% a 56.7%, No se logra mejorar la capacidad de soporte, pero al adicionarle 5% de cenizas de hoja de maíz esta mejora más su capacidad de soporte de 61.2% a 66.3% ubicándola en la categoría de subrasante muy buena. Estos incrementos significativos en CBR están relacionados con la reacción cinética entre los óxidos que componen la arena limosa y la sílice presente en la ceniza de hojas de maíz, que usa cambios desde las primeras horas de mezclado. Estudios previos (Díaz, B (2018))

compararon estos resultados con los de otros estudios, como Terrones, A (2018). Al evaluar el uso de ceniza de bagazo (CBCA) para estabilizar el suelo, se encontró que el mayor aumento en CBR se debió a un aumento del 5% en los cambios en la estructura del suelo causados por la reacción puzolánica.

VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis térmico diferencial (DTA), se encontró que la temperatura de calcinación de las hojas de maíz amarillo fue a 370 ° C durante dos horas y obteniendo en el proceso de calcinado una pérdida de masa de 85%.
- La conclusión que se extrae de las pruebas químicas es que la ceniza de hojas de maíz tiene altas propiedades silíceas y un cierto porcentaje de óxidos activos, lo que da un 73,469% de dióxido de silicio un 3,452% de óxido de aluminio y un 6,738% de óxido de calcio. sumando un valor 83,659%. estos resultados de la ceniza de hojas de maíz cumplen con la norma ASTM-C-618-03 y tienen la estabilidad puzolánica de las cenizas volantes de Clase N, siendo así recomendable para el mejoramiento de sub rasante de suelos con regular o bajo CBR.
- La prueba del pH de los materiales demuestra que son: suelo natural: 8.01, ceniza de hojas de maíz: 11.10 y suelo adicionado 3% ceniza de hojas de maíz: 10.53 y suelo adicionado 5% cenizas de hoja de maiz:10.66 son materiales alcalinos, ya que están en el mismo rango por lo que son compatibles. Debido a que están en el mismo rango, son compatibles. Este resultado indica que estas mezclas activadas son alcalinas y se convierten en compuestos aglomerante, asegurando así sus propiedades cementante.

- El tipo de suelo con el que se llevó a cabo la investigación, de acuerdo donde se determina según el sistema AASHTO donde el suelo es clasificado como tipo A-2-4 (Suelo Arenoso limoso) y el sistema de SUCS indica que la calicata N°01, N°02 N°03 y presentan un suelo (SM) siendo este tipo arena limosa.
- CBR al 95% y al 100% de la MDS pruebas en el laboratorio de mecánica de suelos adicionando 0%,3%,5% se pudo determinar que al adicionar el 5% de cenizas de hojas de maíz mejora considerablemente la capacidad de soporte en comparación al suelo sin adiciones.
- Se concluye el objetivo general después de realizar los ensayos necesarios para determinación de la capacidad de soporte en suelo de la carretera Cascajal, se determina que al adicionar del 5% de ceniza de hojas de maíz mejoran los resultados en la capacidad de soporte del suelo. Esto se refleja en los tres puntos estudiados de la Vía de Cascajal, donde inicialmente el suelo tenía baja capacidad portante.

VII.RECOMENDACIONES

- Recomiendo a otros tesisistas a utilizar otros porcentajes en adición de ceniza de hojas de maíz amarillo.
- Los materiales deben ser extraídos y almacenados en recipientes libres de contaminación que pueda alterar la composición química del material.
- Se recomienda a futuros tesisistas utilizar ceniza de hoja de maíz amarillo para estabilizar otro tipo de suelos, teniendo como antecedente que el suelo arenoso limoso tiene un buen comportamiento con la ceniza de hoja de maíz amarillo.
- Recomiendo a nuevos investigadores que agreguen estas cenizas de hojas de maíz al suelo de material fino ya que mejora su categoría de subrasante. Ya que este material es de bajo costo.

REFERENCIAS

1.- BARRAGÁN, Camilo, CUERVO, Harold. “Análisis de comportamiento físico mecánico al adicionar ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco en suelo arenoso arcilloso”. (Tesis Pregrado). Universidad piloto de Colombia sección alto magdalena, Colombia 2019.

2.- BUSTILLOS, William. (2010). “Estudio exploratorio del efecto de la saturación en el ensayo de California Bering Ratio (CBR)de campo y laboratorio en el diseño de estructura de pavimento”. Tesis (optar el grado de licenciatura en ingeniería en construcción). Costa rica. Instituto tecnológico de costa rica. Escuela de referencias 44 ingeniería en construcción. 2010. 175 pp. Disponible en: file:///estudio_exploratorio_efecto_saturacion_ensayo_cbr.pdf

3.- Braja, Das. (2001). Fundamentos de Ingeniería de Geotécnica (libro de investigación). Recuperado:

<https://es.scribd.com/doc/64998551/Fundamentosde-Ingenieria-Geotecnica-Braja-M-Das>.

4.- CAAMAÑO, Iván. “Mejoramiento de un suelo blando de sub rasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente”. (Tesis pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.2016.

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle>

5.- CAÑAR, Tiviano. “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinada con ceniza de carbón”. Tesis (Tesis en Ingeniería Civil). Ecuador, 2017. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/Tesis%201115%20-%20Ca%C3%B1ar%20Tiviano%20Edwin%20Santiago.pdf>.

6.- CASTRO, Axel. “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de sub rasante”. (Tesis Pregrado), Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.2017.

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

7.- CRISTELO, N; GLENDINNING, S; MIRANDA, T; OLIVEIRA, D. (2012). Estabilización del suelo mediante la activación alcalina de la construcción de tierra apisonada auto compactante de las cenizas volantes. Materiales de construcción y construcción. Volumen 36, pg: 727-735.

8.- De La Cruz, Gutiérrez; Mercedes, Lizeth; Salcedo, Kaite “Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Aditivos (Eco Road 2000) para Pavimentación en Palian Huancayo – Junín”. Tesis (título profesional). Huancayo, 2016.

<http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/112>.

9.- DÍAZ, Bruno. “Estabilización de los suelos del caserío de Cascajal Izquierdo con fines de pavimentación, utilizando ceniza de paja de trigo – Distrito Chimbote, Ancash – 2018”. (Tesis Pregrado) Universidad César Vallejo, Perú, 2018.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/25951/Díaz_VF.pdf?sequence=1.

10.- FIDIAS, (2012) el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-6ta-ed-2012.pdf

<https://metodologiaecs.wordpress.com/2014/07/30/el-proyecto-de-investigacion-de-fidias-arias-6ta-ed-2012-en-linea-y-pdf/>

11.- Geomecánica. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar, Enrique. Universidad Nacional de Colombia (2016).

<http://galeon.com/geomecánica>.

12.- Idalberto Águila, Milena Sosa (2008). Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos.

http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S079840652008000400006&script=sci_arttext&tlng=en.

13.- Ipince Cuevas, Héctor . Mejoramiento de la sub rasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo 2019: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48544>

14.- Paúl, Briceño. Finanzas y financiamiento. (junio 2009, pag.103)

<https://www.nathaninc.com/wp-content/uploads/2017/10/LIBRO-FINANZAS-3.pdf>

15.-JWIGODSKI, (2010). metodología de la investigación

[http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/.](http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/)

16.- LENCINAS e INCAHUANACO. Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento Portland Puzolánico IP en la zona Altiplánica,2017.

[http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3973.](http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3973)

17.- LLAMOGA, Juan. “Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en sub rasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz”. Tesis (título profesional). Cajamarca 2017.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11195/Llamoga%20V%C3%A1squez%2C%20Luz%20Yanet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

18.-Méndez. (1999). Técnicas e instrumento de recolección de datos.

https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/tecnicas_recoleccion_datos.html

19.- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima, Perú, 2013. Disponible en web:

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

20.- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima, Perú, 2014. Disponible en web:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

21.- Orjuela, Lozano y Valderrama. “Uso de la ceniza de cascara de maíz como alternativa en la estabilización de una sub base granular para redes terciarias. Tesis (título profesional). IBAGUÉ. Universidad cooperativa de Colombia,2020 disponible en:<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/17447>

22.- Ojeda F., Mendoza R. & Baltazar Z. (2018). 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 sub rasante. Alconpat. PP. 194 – 208.

23.- Rajapakse, Ruwan. (2017). Modified Proctor Test. [blog]. in construction engineering desing calculations and rules of thumb, 2017. [fecha de consulta: 16 de mayo de 2020]. Recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/modified-proctor-test>

24.- Rodó, Paula. (2020). Niveles de significación.

<https://economipedia.com/definiciones/niveles-de-significacion.html>

25.- Roldan, Raúl. Reunión nacional de mecánica de suelos e Ingeniería Geotécnica ISBN :978-607-95506-1-5

26.- SÁNCHEZ, Nelson. “Estabilización de suelos arcillosos para fines de construcción de pavimentos en el tramo de Socosani a Yura en el departamento de Arequipa utilizando ceniza de panca de maíz”. (Tesis pregrado), Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.2015.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6118>

27.- SEVILLA, Ricardo. El cultivo del maíz en el Perú, artículo científico, STC-CGIAR ,2008,2pp.<https://docplayer.es/12879314-El-cultivo-del-maiz-en-el-peru-ricardo-sevilla-panizo-stc-cgiar-marzo-2008.html>

28.- SIEA, (2016). Productividad del maíz en el Perú. Portal SIEA-Sistema Integrado de Estadísticas: <http://siea.minagri.gob.pe> >

29.- SIMEÓN, José. (2017). Análisis de tamaño de partículas por tamizado en agregado fino y grueso y determinación de material más fino que el tamiz N° 200 en agregado mineral por lavado. Trabajo (materiales de construcción). El salvador: Universidad centro América, 2017. Disponible en:

<http://www.uca.edu.sv/mecanicaestructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoAgregados/GRANULOMETRIA>

30.- Sherwood, P. Soil stabilization with cement and lime transportation research laboratory, College Park. 1993, p.30. disponible en: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Soil%20stabilization%20with%20cement%20and%20lime&publication_year=1993&author=Sherwood%2CP

31.- TERRONES, Andrea. “Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de sub rasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018”. (Tesis Pregrado), Universidad Privada del Norte), Perú,2018. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14971?show=full>

32.- VÁSQUEZ, Alexander. “Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante”. (Tesis Pregrado) Universidad san Pedro, Perú.2018. http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8013/Tesis_59023.pdf?s

33.-VEGA, A. Actividad Puzolánica de la ceniza de cascarilla de arroz. (Pasantía Internacional). Universidad de Cuenca, La Habana, Cuba,2006.

34.-Hinostraza, Arones.” Mejoramiento de la subrasante utilizando cenizas de fibra de coco en la avenida 13 de julio de Manchay, Pachacamac, lima -2019”. (tesis pregrado), Universidad cesar Vallejo, Perú .2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48818>

35.-Requejo, Ricardo. “Estabilización de suelos arenosos utilizando oryza sativa(arroz), pueblo joven dunas-lambayeque-Perú 2019”. (tesis pregrado), Universidad Señor de Sipan, Perú.2019. <https://repositorio.uss.edu.pe>

36.-Ipince, Héctor. “Mejoramiento de la subrasante agregando ceniza de tusa de maíz en la calle 12 del distrito de Victor Larco Herrera, Trujillo 2019”. (tesis pregrado), Universidad cesar Vallejo, Perú .2019.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48544/Ipince_CHA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

37.-Esquivel, Glizeth y Gamez, Milagros. “Cal y cenizas de cascara de arroz para estabilizar la superficie de rodadura en la via santa clemencia-chachapoyas” (tesis pregrado), Universidad Nacional del Santa, Perú .2019.

<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3501>

38.-Lujerio, Lisbeth. “Efecto de la ceniza de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz” (tesis pregrado), Universidad San Pedro, Perú .2019.

http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7972/Tesis_58446.pdf?sequence=1&isAllowed=y

39.- Chicaiza, Edison y Oña, Francisco. “Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolana extraída de ceniza de cascara de arroz” (tesis pregrado), Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.2018.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19624/1/CD-9026.pdf>

40.-Capunay, Christiaan y Pastor, Cristian. “Estabilizacion de suelos con cenizas de bagazo de caña de azúcar para uso como subrasante mejorada en los pavimentos de Chimbote” (tesis pregrado), Universidad Nacional del Santa, Perú .2020.

<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3754>

ANEXOS:

ANEXO N°1: MATRIZ OPERACIONAL

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable dependiente Capacidad de Soporte	Es la capacidad de un determinado tipo de suelo para soportar una determinada carga. La capacidad del soporte se determina a partir del ensayo de un CBR, el cual calcula la resistencia al cizallamiento del suelo en condiciones controladas de humedad y densidad con niveles de compactación variables, Porcentaje (%) de relaciones de apoyo permitidas. MTC (2014).	la capacidad de soporte es un proceso donde trata de mejorar las propiedades físico-química del suelo adicionando porcentajes de material como la ceniza de hoja de maíz que se realizó mediante un estudio in situ protocolos y calicatas. En este estudio se realizaron estudios respecto a mecánica de suelos.	-Propiedades del suelo	. Granulometría	Razón
				Contenido de humedad . Proctor modificado . Ensayo de CBR.	Razón
Variable Independiente Ceniza de hoja de maíz	Ceniza de hoja de maíz, esta materia prima contiene dióxido de silicio, este se puede convertir en puzolana por combustión. Estos adhesivos casi no tienen efecto cementante sin tratamiento, pero cuando se convierten en cenizas volantes forman compuestos con propiedades cementantes. Orjuela, Lozano y Valderrama (2020).	Este proyecto de investigación fue desarrollado mediante la calcinación de la ceniza de hoja de maíz para así poder obtener parámetros de su propiedad química.	Propiedades químicas Análisis térmico diferencial.	- Componentes -Temperatura de calcinación.	Razón

ANEXO N°02

PANEL FOTOGRÁFICO

recolección de material hoja de maíz



Foto n°1: recolectando hojas de maíz



Foto n°2: lavado de las hojas de maíz con agua potable



foto n°3: secado de las hojas de maíz por 2 días a temperatura de ambiente



foto n°4: trituración de las hojas de maíz con un mortero de madera.



FOTO N°5: PASANDO LAS HOJAS PULVERIZADAS POR LA TELA ORGANZA PARA LUEGO OBTENER 10 gm PARA HACER EL ENSAYO (ATD).



FOTO N°6: Finalmente dicha muestra se llevó al laboratorio de polímeros de la facultad de ingeniería de los materiales de la universidad Nacional de Trujillo para hacer el ensayo de ATD

RECOLECCION DE MUESTRA DE SUELO



FOTO N°7: Vista de la calicata C-1 Vía de cascajal progresiva 0+025km



FOTO N°8: Vista de la calicata C-2 Vía de cascajal progresiva 0+500km



FOTO N°9: Vista de la calicata C-3 Vía de cascajal progresiva 1+000km

CONTENIDO DE HUMEDAD



FOTO N°10: Pesando 690 gm de la muestra del suelo húmedo



FOTO N°11: secando la muestra del suelo.

ANÁLISIS GRANULOMETRICO



FOTO N° 12: Se pesó 630gr de suelo



FOTO N° 13: se procedió a lavar el suelo por la malla N°200



FOTO N° 14: secado del suelo en horno a 110°C



FOTO N° 15: se procedió a pasar por la malla #4,10,20,40,60,140y 200

PROCTOR MODIFICADO



FOTO N° 16: se procedió a pasar el material por la malla #4



FOTO N° 17: se pesó el material pasado por la malla #4

FOTO N° 18: se pesó el material retenido y como no fue ni el 20%
Utilizamos el método "A" para hacer el proctor modificado



PROCTOR MODIFICADO PATRÓN



FOTO N°19: Elaboración de 4 muestras de suelo de 3 kg cada uno.



FOTO N°20: adicionando 5%, 7%, 9% y 11% de agua.



FOTO N°21 Preparando la muestra de suelo y repartiéndolo en 5 partes iguales.



FOTO N°22. compactando con el pisón 25 golpes por cada capa del suelo.



FOTO N°23: Peso de la muestra húmeda del suelo más molde.



FOTO N°24: Peso de la muestra húmeda del suelo más tara.

CBR – PATRON



FOTO N°25: se pesa 3 muestras de 6 kg cada uno



FOTO N°26: se Hecha el porcentaje De agua



FOTO N°27: Compactando con el pisón 55 golpes por cada capa de suelo.



FOTO N°28: Pesando los moldes con la muestra de suelos húmedos ya compactados y enrasado.



FOTO N°29: se coloca las pesas para cada molde de compactado 55golpes, 26golpes y 12golpes



FOTO N°30: Colocación de los moldes CBR en agua durante 96 horas para su durado.



FOTO N°31: Después de estar sumergido en el agua ahora se encuentran escurriendo los moldes.



FOTO N°32: Observamos que ya se encuentra colocado el molde en la máquina de CBR

FOTO N°33: visualizamos que ya se encuentra listo el molde en la máquina para empezar con lecturas diales.



CBR – EXPERIMENTAL 3%



FOTO N°34: Pesado de 3 muestras de suelo de 6 kg cada una para el ensayo.



FOTO N°35: Peso de la adición en un 3% de cenizas de hojas de maíz.



FOTO N° 36: Vista de la adición de un 3% de cenizas de hojas de maíz.



FOTO N° 37: Adición de agua en Mezclado uniforme de los materiales para el CBR Experimental



FOTO N°38: Realizando 55 golpes, 26 golpes y 12 golpes con el pisón luego de cada capa aplicada.



FOTO N°39: Peso del molde + la muestra húmeda compactada y enrasada.



FOTO N°40: Se sumerge los moldes de cbr durante 94 horas según MTC.



FOTO N°41: leyendo las lecturas diales de la máquina del CBR Experimental.

CBR – EXPERIMENTAL 5%



FOTO N°42: Pesado de 3 muestras de suelo de 6 kg cada una para el ensayo.



FOTO N°43: Peso de la adición en un 5% de cenizas de hojas de maíz.



FOTO N° 44: cuarteo de materiales para Mezclado uniforme de los materiales para el CBR Experimental



FOTO N°45: Realizando 55 golpes, 26 golpes y 12 golpes con el pisón luego de cada capa aplicada.



FOTO N°46: Peso del molde + la muestra húmeda compactada y enrasada.



FOTO N°47: Se sumerge los moldes de cbr durante 94horas según MTC.



FOTO N°48: Después de estar sumergido en el agua ahora se encuentran escurriendo los moldes.



FOTO N°49: leyendo las lecturas diales de la máquina del CBR Experimental.

ANEXO N°03: ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 16 de Marzo del 2022.

INFORME N° 52 - MAR 22

Solicitante: Escobedo Cuevas Elvis Joel - Universidad Cesar Vallejo

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Hoja de maíz (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	HM-52S	14.6 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 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: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 800 °C.
- Masa de muestra analizada: 14.6 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel: 44-5015107/4279618/058440001 dan.chavez@untrujillo.edu.pe / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo



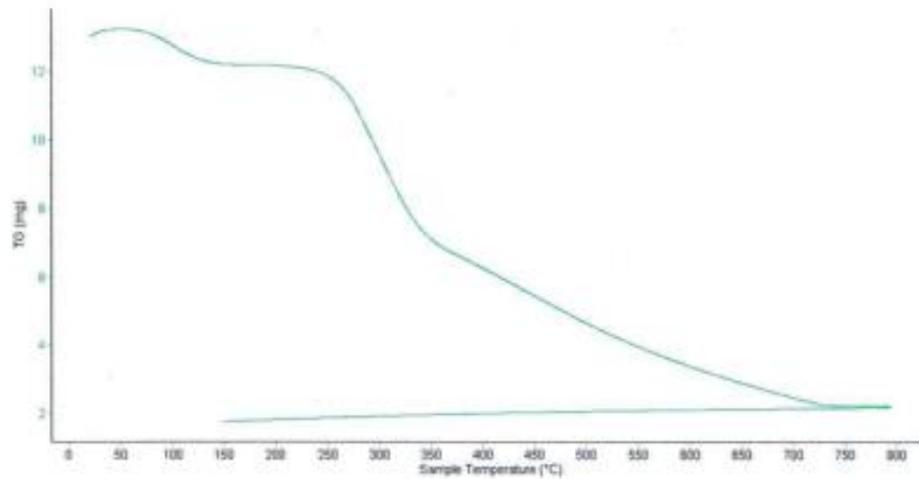


Trujillo, 16 de Marzo del 2022.

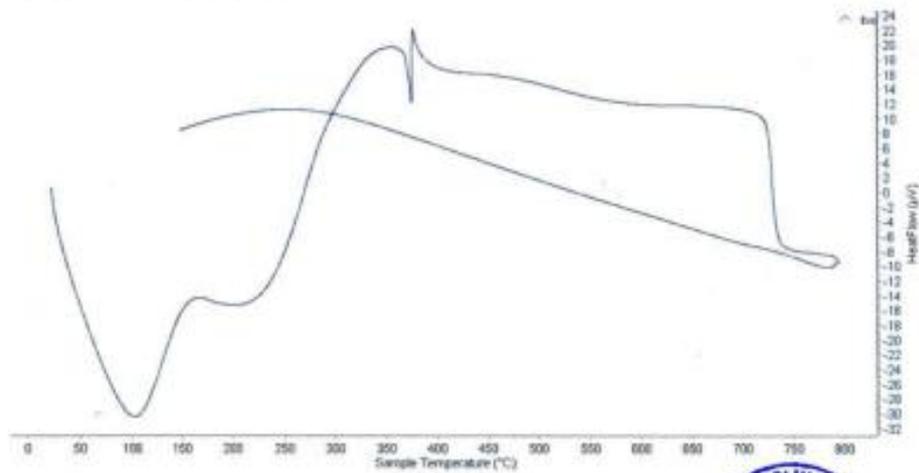
INFORME N° 52 - MAR 22

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel: 44-203510942/790880/958689003 danchara@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

LABORATORIO DE POLÍMEROS DPT. IQ. LMA
JEFATURA
[Signature]



Trujillo, 16 de Marzo del 2022.

INFORME N° 52 - MAR 22

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra algunas pérdidas de masa entre 80 y 120°C y una más intensa entre 250 y 340°C, posteriormente la pérdida es lenta progresiva. El material presenta una pérdida total de 85% respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis ATD, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 100°C y 210°C, posteriormente a 370°C y luego a 730°C muestran picos de absorción térmico que podrían indicar posibles cambios de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 16 de Marzo del 2022.


JEFATURA
Ing. *[Firma]* Esteban Méstas Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO EL 3% Y 5% DE CENIZAS DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA DE CASCAJAL – DISTRITO DE CHIMBOTE.
SOLICITANTE:	ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
MATERIAL:	HOJA DE MAIZ

RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	370 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	2 Horas
PESO INICIAL	15 Kg
PESO FINAL	8.146 kg
PERDIDA(%)	45.6 %

ANEXO N°04: ANÁLISIS DE COMPOSICION QUIMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°93-LAQ/2022

Análisis de cenizas de hojas de maíz por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de hojas de maíz a pedido del Sr. **Escobedo Cuevas, Elvis Joel**, alumno de la Universidad Cesar Vallejo, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Capacidad de Soporte de un Suelo Adicionando el 3% y 5% de Ceniza de Hojas de Maíz en la Vía de Cascajal – Distrito de Chimbote.”

La muestra no fue calcinada a 370°C por dos horas y está en forma de polvo de color plomo pasado por malla 200.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 20 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.5 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 6230 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de hojas de maíz. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

formar en un proceso de calcinación. La suma de estas concentraciones es ligeramente mayor que 100%, que se puede deber en parte a una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Luego, estos porcentajes son normalizados a 100%. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de hojas de maíz en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	3.492	3.452
SiO ₂	74.324	73.469
P ₂ O ₅	3.150	3.113
SO ₂	1.697	1.677
ClO ₂	2.170	2.145
K ₂ O	7.524	7.438
CaO	6.816	6.738
TiO ₂	0.106	0.105
V ₂ O ₅	0.007	0.007
Cr ₂ O ₃	0.001	0.001
MnO	0.172	0.170
Fe ₂ O ₃	1.475	1.458
Ni ₂ O ₃	0.003	0.003
CuO	0.059	0.058
ZnO	0.121	0.120
As ₂ O ₃	0.007	0.007
BrO ₂	0.007	0.007
SrO	0.025	0.025
Y ₂ O ₃	0.001	0.001
ZrO ₂	0.007	0.007
Total	101.164	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

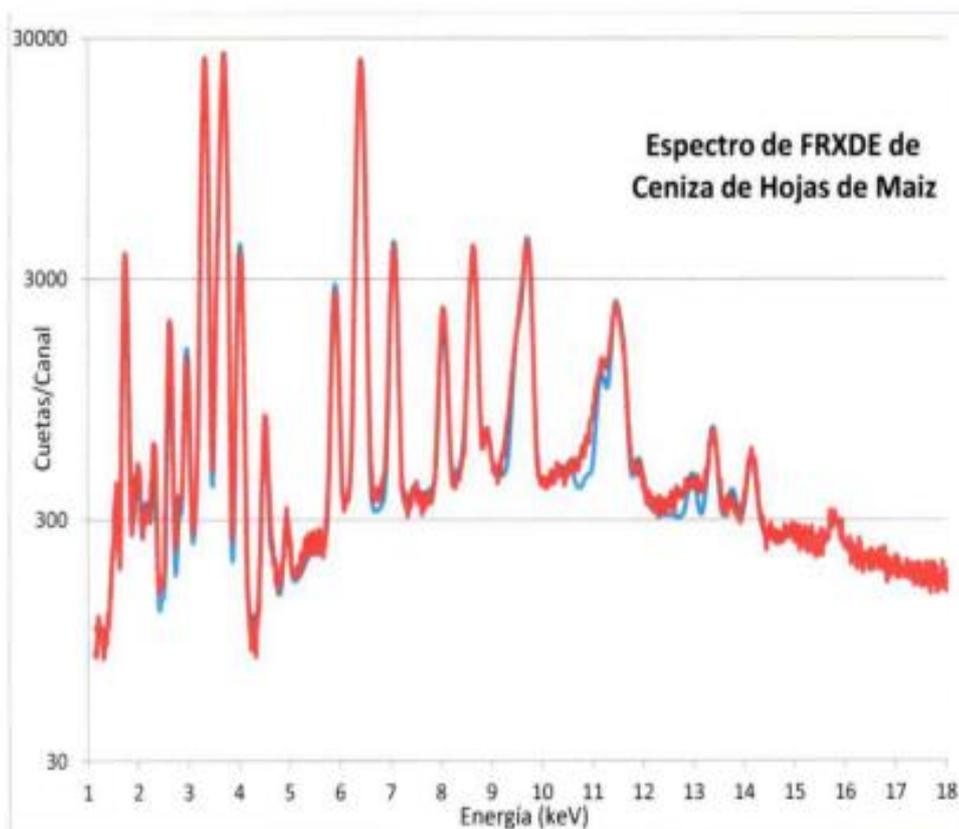


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de hojas de maíz en escala semilogarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 22 de Marzo del 2022.

ANEXO N°05: ANÁLISIS DE POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20221128-008

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: ELVIS JOEL ESCOBEDO CUEVAS.
DIRECCIÓN	: Mz. H Lote 13 Valle El Progreso Nuevo Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE	: NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
LUGAR DE MUESTREO	: NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	: NO APLICA
PLAN DE MUESTREO	: NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO	: NO APLICA
FECHA DE MUESTREO	: NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA	: 04 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2022-03-24
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2022-03-24
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2022-03-24
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 191128-5

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
CENIZA DE HOJA DE MAIZ	11,10
SUELO NATURAL	8,01
SUELO ADICIONADO 3% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ	10,53
SUELO ADICIONADO 8% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ	10,86

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras: **Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Denuncia por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una conexión o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que lo reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 29 del 2019.
GVR/jms

LC-AP-HRS
Rev. 01
Fecha 2022-03-24

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO N°06: ENSAYO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GRANULOMETRIA.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 PROYECTO : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAÍZ EN LA VÍA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MUESTRA : C-1 SUBRASANTE
 LUGAR : VÍA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

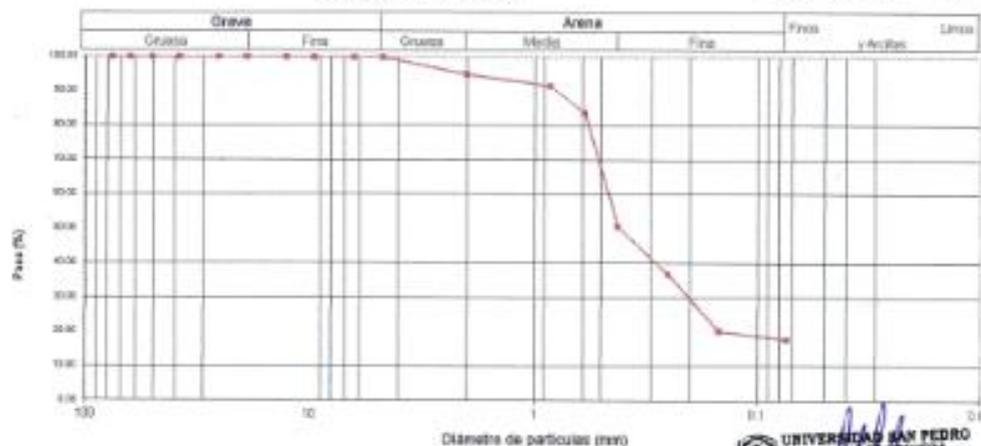
Peso Seco Inicial	490	gr.
Peso Seco Levado	401.6	gr.
Peso perdido por lavado	88.4	gr.

CALICATA - 1
M - 1
PROF : 1.60

Tamiz (Abertura) N° (mm)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Perc (s) (%)	Retenido Acumulado (%)	Presente (%)	Clasificación AASHTO
4 1/2"	134.30	0.0	0.0	100.0	Material grueso Coherente o no coherente subgrato A-2-4 (Grava y arena arcillosa o silíceas)
4"	101.80	0.0	0.0	100.0	
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	100.0	
3"	76.20	0.0	0.0	100.0	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	Material fino (S.U.C.S.) Suave o partículas gruesas, Suave o partículas gruesas con finos (suave arcillo)
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Suave o sil
N° 4	4.76	23.9	4.9	95.1	
N° 10	2.000	17.4	3.6	81.8	Pasa tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 20	0.840	37.3	7.8	84.0	Pasa tamiz N° 200 (%) : 18.0
N° 40	0.425	182.1	33.1	50.9	D50 (mm) : 0.47
N° 60	0.260	87.8	13.9	37.0	D60 (mm) : 0.197
N° 140	0.106	81.0	16.5	20.5	D10 (mm) :
N° 200	0.075	12.0	2.4	18.0	Cu
< 200	88.4	18.0	100.0	0.0	Cc
Total	490.0			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LA ESCUELA DE INGENIEROS CIVILES
 Mg. Sc. Edgar Jara

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos N.º. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular: 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
PROYECTO : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 6% DE CENIZA DE HOJA DE MAÍZ EN LA VÍA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
MUESTRA : C-1 SUBRASANTE
LUGAR : VÍA DE CASCAJAL-SANTA ANCAH
FECHA : 07/04/2022

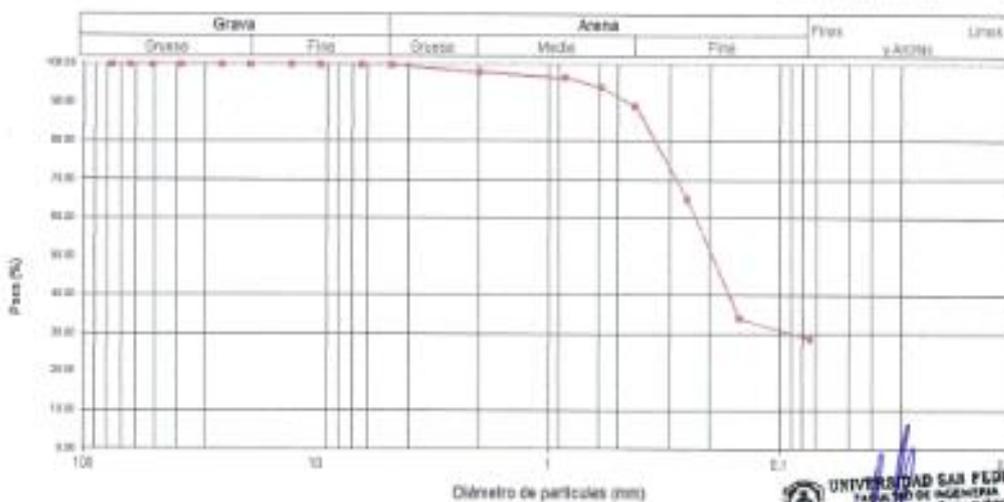
Peso Seco Inicial	490	gr.
Peso Saco Lavado	313.2	gr.
Peso perdida por lavado	176.8	gr.

CALCATA - 3
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz (apertura)	N°	(mm)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Porcentaje (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje (%)	Clasificación AASHTO
4 1/2"		114.30	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Concreto o sustrato como subgrano A-3.4 Grava y arena arcillosa o limosa
4"		101.60	0.0	0.0	0.0	100.0	
3 1/2"		88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
3"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas: Suelo de partículas gruesas con finos (suelo suelto)
1"		25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"		19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	Grava gruesa (G)
3/8"		9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 4		4.75	7.4	1.7	1.7	98.3	Peso tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 10		2.000	7.5	1.7	3.4	96.6	Peso tamiz N° 200 (%) : 28.8
N° 20		0.840	10.5	2.4	5.8	94.2	D60 (mm) : 8.23
N° 40		0.425	21.8	5.0	10.7	90.3	D30 (mm) : 0.103
N° 60		0.250	105.7	24.0	34.8	65.3	D10 (mm) :
N° 140		0.106	137.0	31.1	65.9	34.1	Cu
N° 200		0.075	23.3	5.3	71.2	28.8	Cc
< 200			126.8	28.8	100.0	0.0	
Total			440.0			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plástico (IP)	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. *[Signature]* Soler Jara
 I. P. C.



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 PROYECTO : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA
 DE MAÍZ EN LA VÍA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MUESTRA : C-3 SUBRASANTE
 LUGAR : VÍA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

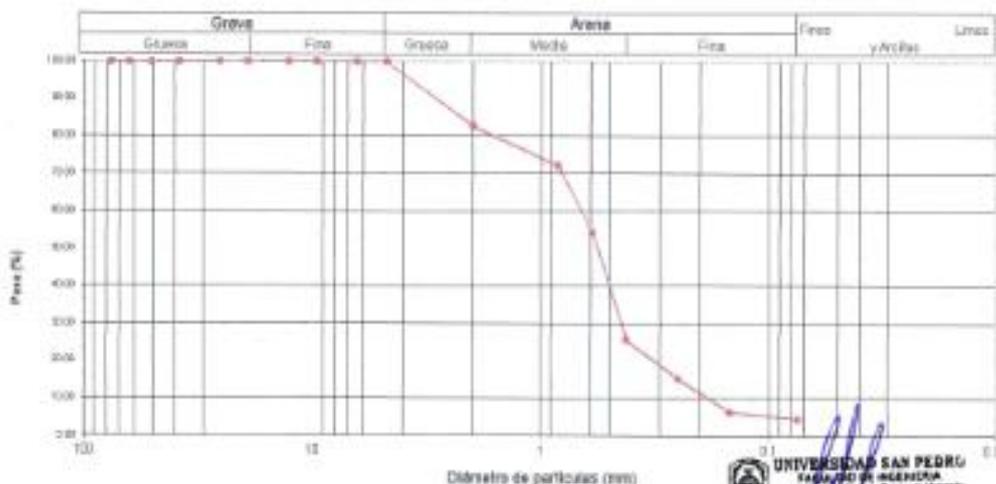
Peso Seco Inicial	455	gr.
Peso Seco Lavado	433.7	gr.
Peso perdido por lavado	21.3	gr.

CALICATA - 3
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz/Abertura	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasada (%)	Clasificación AASHTO
N° 4 1/2"	114.30	0.0	0.0	100.0	Material granular Existente a su vez como subgrado A-1-0 Fraguado de roca, grave y arena
4"	101.60	0.0	0.0	100.0	
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	100.0	
3"	76.20	0.0	0.0	100.0	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0	Ver anexo de pruebas Clasificación (S.U.C.S.)
1"	25.40	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Bajo límite Material granular en peso D
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.78	78.1	17.2	82.8	Peso tamiz N° 4 (%) : 100.0
N° 10	2.000	48.1	10.6	72.3	Peso tamiz N° 200 (%) : 4.7
N° 20	0.840	80.9	17.8	54.5	D60 (mm) : 0.87
N° 40	0.425	130.3	28.6	74.2	D30 (mm) : 0.445
N° 60	0.260	47.4	10.4	84.6	D10 (mm) : 0.174
N° 140	0.106	40.4	8.9	93.5	Cu : 3.8
N° 200	0.075	8.5	1.9	95.3	Cc : 1.761
< 200	21.3	4.7	100.0	0.0	
Total	455.0			100.0	

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice de plasticidad P	0

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 IJPC

ANEXO N°07: CONTENIDO DE HUMEDAD



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA
DE MAÍZ EN LA VÍA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
MATERIAL : C-1 - C-2 Y C-3
LUGAR : VÍA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
FECHA : 07/04/2022

ENSAYO N°	C-1	C-2	C-3
Peso de tara + MH	880.00	883.00	535.00
Peso de tara + MS	880.00	595.00	525.00
Peso de tara	170.00	155.00	70.00
Peso del agua	30.00	99.00	10.00
MS	480.00	440.00	455.00
Contenido de humedad	6.12	15.45	2.20

NOTA : La muestra fue tomada y realizada por el interesado en este Laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
La Molina - Lima - Perú
Mg. Miguel Estar Jara

ANEXO N°08: REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE C-1, C-2, C-3.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL		
PROYECTO	CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE		
LUGAR	VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No presenta
FECHA	07/04/2022	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
Hormigon		0.05	M - 1	-	De -0.00 a -0.05 m. Presenta una pequeña capa de mejoramiento con material de rio cato rodado.
SM		1.50	M - 2		De -0.05 a -1.50 m. Arenas limosas, mezclas de arena y limo. de color beige claro , no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compacidad compacto y en estado ligeramente humedo.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Los Andes de Santa Cruz y Calle de la Universidad
Mg. Miguel Ángel Jara



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL		
PROYECTO	CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE		
LUGAR	VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	0.40
FECHA	07/04/2022	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfico	En Mts.	Muestra	Densidad	
Hormigon		0.05	M - 1	-	De -0.00 a -0.05 m. Presenta una pequeña capa de mejoramiento con material de río cato rodado.
SN		1.50	M - 2		De -0.05 a -1.50 m. Arenas limosas, mezclas de arena y limo, de color beige claro, no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compacidad compacto y en estado saturado.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
La Independencia, Perú y Ecuador
Mg. Miguel Ángel Jara



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL		
PROYECTO	CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE		
LUGAR	VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	0.80
FECHA	07/04/2022	MÉTODO DE EXCAVACION	Cielo abierto
CALICATA	C - 3	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
Hormigon		0.05	M - 1	-	De -0.00 a -0.05 m. Presenta una pequeña capa de mejoramiento con material de río cato rodado.
SP		0.80	M - 2		De -0.05 a -0.80 m. Arenas limosas, mezclas de arena y limo. de color beige claro , no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compactidad compacto y en estado saturado.
SM		1.50	M - 3		De -0.80 a -1.50 m. Arenas limosas, mezclas de arena y limo. de color beige claro , no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compactidad compacto y en estado saturado.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Los Pinos de Santa Ana, Chicla, Chimbote
Mg. Mg. Jara

ANEXO N°09: PROCTOR MODIFICADO PATRON VS EXPERIMENTAL

CALICATA N°01. Proctor modificado patrón



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

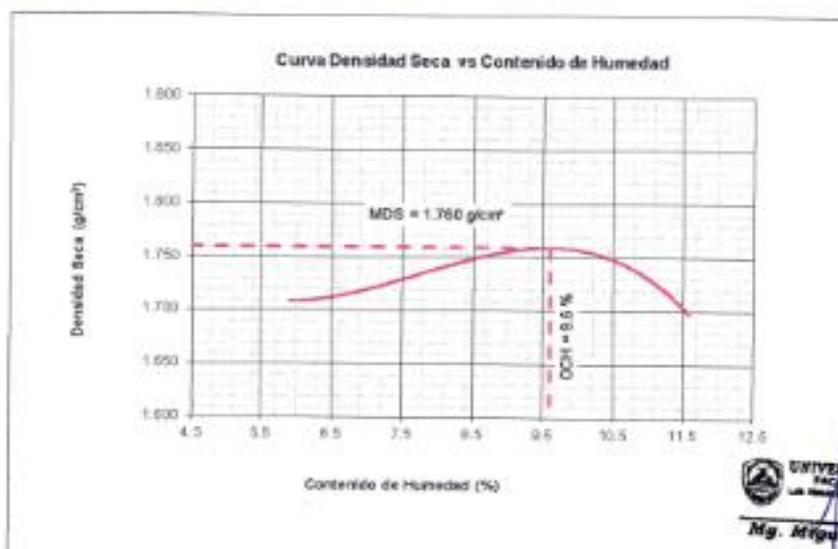
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ NTC E 115

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 6% DE CENIZA DE HOJ.
 DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCAISH
 FECHA : 07/04/2022

Método Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3680	3730	3795	3780
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1705.0	1755.0	1820.0	1785.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.810	1.863	1.932	1.895
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	530.0	555.0	650.0	680.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	510.0	530.0	610.0	630.0
09 - Peso del agua (g)	20.0	25.0	40.0	50.0
10 - Peso del tarro (g)	170.0	200.0	205.0	200.0
11 - Peso suelo seco (g)	340.0	330.0	405.0	430.0
12 - Contenido de Humedad (%)	5.9	7.6	9.9	11.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.709	1.731	1.758	1.868

Contenido Optimo Humedad **9.60 %** Densidad Seca Maxima, **1.760 g/cm³**



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n, Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

Mg. Miguel Solar Jara
 Jefe

CALICATA N°01. Proctor modificado experimental adicionando el 3% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

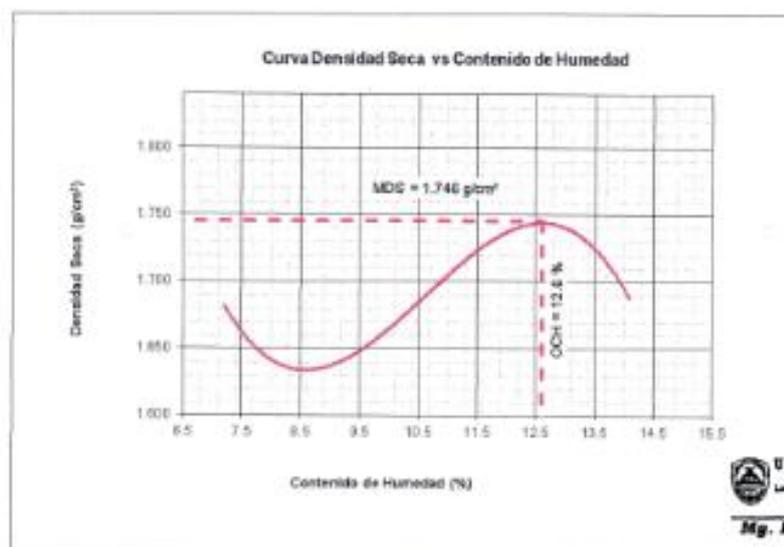
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 3%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3675	3735	3815	3790
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1700.0	1760.0	1840.0	1815.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.804	1.868	1.953	1.926
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	610.0	555.0	520.0	525.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	590.0	510.0	470.0	466.0
09 - Peso del agua (g)	30.0	45.0	50.0	57.0
10 - Peso del tarro (g)	165.0	85.0	80.0	85.0
11 - Peso suelo seco (g)	415.0	425.0	410.0	403.0
12 - Contenido de Humedad (%)	7.2	10.8	12.2	14.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.683	1.669	1.741	1.688

Contenido Optimo Humedad **12.80 %** Densidad Seca Maxima, **1.746 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
 USP

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 998562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

CALICATA N°01. Proctor modificado experimental adicionando el 5% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

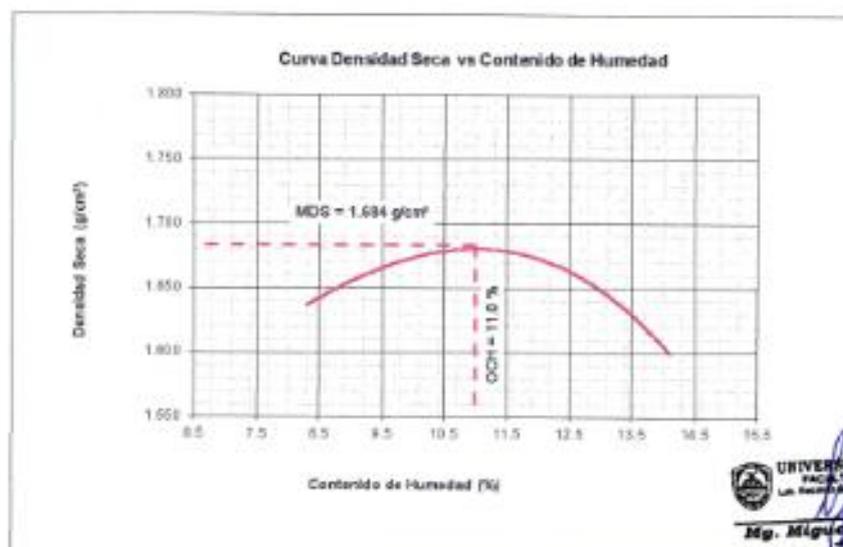
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 5%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA ANCAISH
 FECHA : 07/04/2022

Método Compactación	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Stander		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3645	3715	3740	3695
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1670.0	1740.0	1765.0	1720.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.773	1.847	1.873	1.828
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	580.0	670.0	540.0	670.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	540.0	628.0	488.0	612.0
09 - Peso del agua (g)	40.0	42.0	52.0	58.0
10 - Peso del tarro (g)	60.0	215.0	65.0	200.0
11 - Peso suelo seco (g)	480.0	413.0	423.0	412.0
12 - Contenido de Humedad (%)	8.3	10.2	12.3	14.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.637	1.676	1.668	1.800

Contenido Optimo Humedad **11.00 %** Densidad Seca Maxima, **1.684 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Sotol Jara

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

CALICATA N°02. Proctor modificado patrón.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

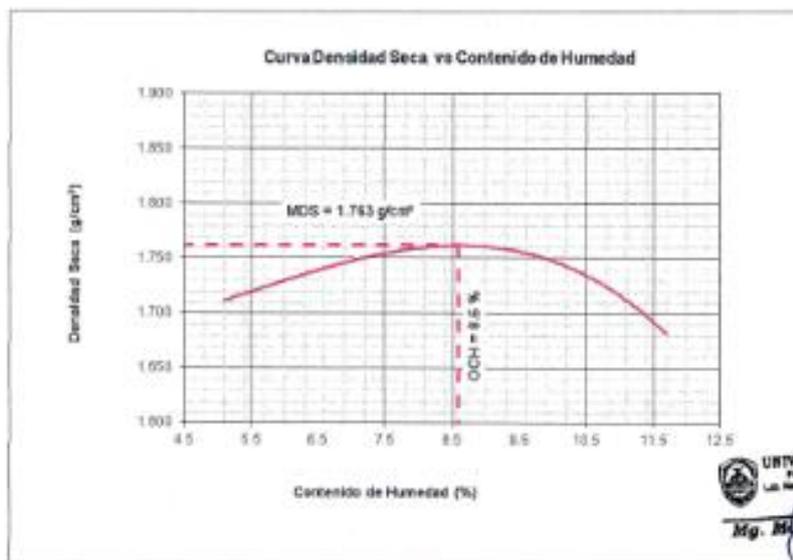
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standard		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3670	3755	3780	3745
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1695.0	1780.0	1805.0	1770.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.799	1.888	1.916	1.879
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	790.0	840.0	895.0	870.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	780.0	795.0	840.0	800.0
09 - Peso del agua (g)	30.0	45.0	55.0	70.0
10 - Peso del tarro (g)	170.0	200.0	205.0	200.0
11 - Peso suelo seco (g)	580.0	595.0	635.0	600.0
12 - Contenido de Humedad (%)	5.1	7.8	8.7	11.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.712	1.766	1.762	1.682

Contenido Optimo Humedad **8.60 %** Densidad Seca Maxima, **1.763 g/cm³**



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

CALICATA N°02. Proctor modificado experimental adicionando el 3% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

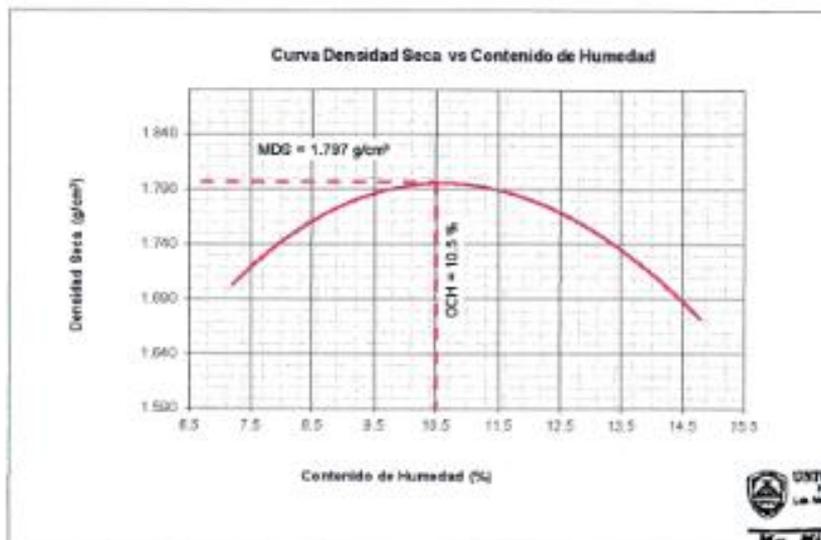
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 3%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Stander	27.7 Kg cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3695	3775	3840	3785
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1720.0	1800.0	1865.0	1810.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.828	1.911	1.980	1.921
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	720.0	640.0	695.0	565.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	685.0	595.0	635.0	500.0
09 - Peso del agua (g)	35.0	45.0	60.0	65.0
10 - Peso del tarro (g)	200.0	65.0	55.0	60.0
11 - Peso suelo seco (g)	485.0	530.0	580.0	440.0
12 - Contenido de Humedad (%)	7.2	8.5	10.3	14.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.703	1.761	1.795	1.873

Contenido Optimo Humedad 10.50 % Densidad Seca Maxima, 1.787 g/cm³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Pinos - Chimbote
 Mg. *[Signature]* Jara

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular: 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

CALICATA N°02. Proctor modificado experimental adicionando el 5% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 5%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3875	3715	3795	3710
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1700.0	1740.0	1820.0	1735.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.804	1.847	1.932	1.842
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	590.0	540.0	640.0	755.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	555.0	495.0	575.0	685.0
09 - Peso del agua (g)	35.0	45.0	64.0	70.0
10 - Peso del tarro (g)	70.0	65.0	65.0	215.0
11 - Peso suelo seco (g)	485.0	430.0	511.0	470.0
12 - Contenido de Humedad (%)	7.2	10.5	12.5	14.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.683	1.671	1.717	1.603

Contenido Optimo Humedad **12.70 %** Densidad Seca Maxima, **1.720 g/cm³**



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

CALICATA N°03. Proctor modificado patrón.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJ.
 DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Método Compactación:	'A'	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.am / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3700	3805	3840	3810
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1725.0	1830.0	1865.0	1835.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.831	1.942	1.980	1.948
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	835.0	820.0	850.0	885.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	800.0	770.0	785.0	813.0
09 - Peso del agua (g)	35.0	50.0	65.0	72.0
10 - Peso del tarro (g)	85.0	85.0	85.0	170.0
11 - Peso suelo seco (g)	735.0	705.0	720.0	843.0
12 - Contenido de Humedad (%)	4.8	7.1	9.0	11.2
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.747	1.814	1.816	1.752

Contenido Optimo Humedad 7.92 % Densidad Seca Maxima, 1.822 g/cm³



www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B sin - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

CALICATA N°03. Proctor modificado experimental adicionando el 3% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

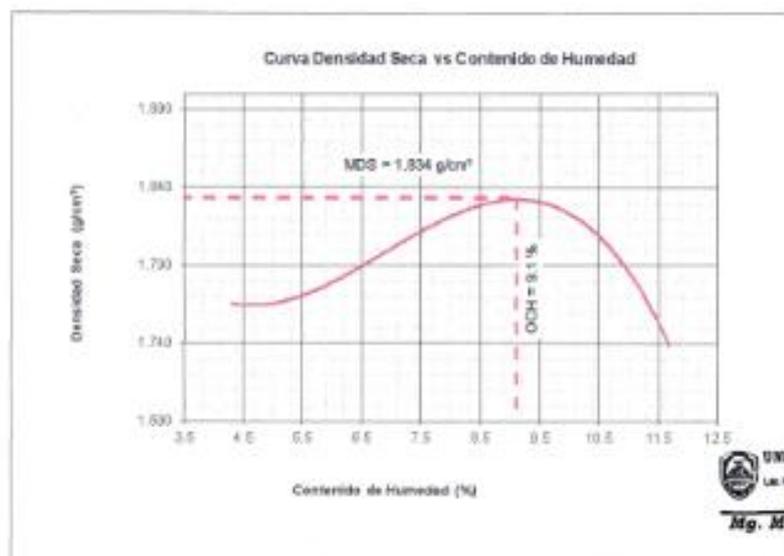
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 3%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Metodo Compactación:	'A'	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3710	3775	3845	3805
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1735.0	1800.0	1870.0	1830.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.842	1.911	1.985	1.942
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	900.0	855.0	835.0	745.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	900.0	815.0	785.0	685.0
09 - Peso del agua (g)	30.0	40.0	50.0	60.0
10 - Peso del tarro (g)	205.0	205.0	200.0	170.0
11 - Peso suelo seco (g)	695.0	610.0	585.0	515.0
12 - Contenido de Humedad (%)	4.3	6.6	8.5	11.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.786	1.792	1.829	1.739

Contenido Optimo Humedad **9.10 %** Densidad Seca Maxima, **1.834 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Los Huancabambos - Tarma / Callejo de Huancabamba
 Mg. Miguel Salar Jara
 2022

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

CALICATA N°03. Proctor modificado experimental adicionando el 5% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

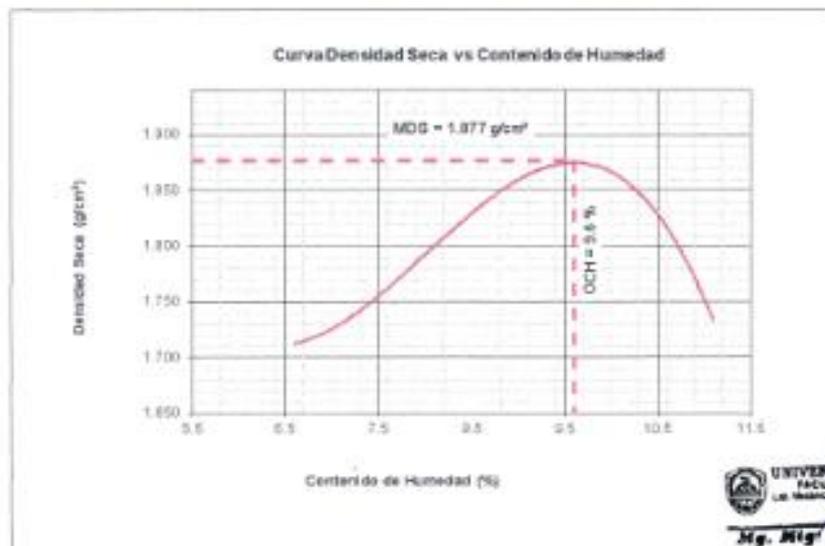
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 5%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115.

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJ
 DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Método Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg cm / cm ³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3695	3790	3685	3790
02 - Peso del Molde (g)	1975.0	1975.0	1975.0	1975.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1720.0	1815.0	1910.0	1815.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	942.2	942.2	942.2	942.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.826	1.826	2.027	1.826
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	710.0	605.0	655.0	780.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	670.0	565.0	790.0	690.0
09 - Peso del agua (g)	40.0	40.0	65.0	70.0
10 - Peso del tarro (g)	65.0	60.0	65.0	60.0
11 - Peso suelo seco (g)	605.0	505.0	725.0	630.0
12 - Contenido de Humedad (%)	6.6	7.9	9.0	11.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.713	1.786	1.860	1.734

Contenido Optimo Humedad **9.60 %** Densidad Seca Maxima, **1.877 g/cm³**



ANEXO N°10: CBR PATRÓN VS EXPERIMENTAL

CALICATA N°01. CBR patrón.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO LIN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : ,1
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA-ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación [kg-cm/cm²]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,085.0	8,035.0	8,420.0			
02 - Peso del molde (g)	5,025.0	5,025.0	5,025.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,040.0	4,010.0	3,395.0			
04 - Volumen de molde, cm³	2,078.000	2,113.000	2,003.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm³)	1.944	1.896	1.695			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	466.0	590.0	473.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	427.0	540.0	443.0			
09 - Peso del agua (g)	39.0	50.0	30.0			
10 - Peso del tarro (g)	58.0	65.0	65.0			
11 - Peso suelo seco (g)	372.0	465.0	368.0			
12 - Contenido de humedad (%)	10.5	11.0	8.4			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.760	1.710	1.664			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,040.0	4,010.0	3,395.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,218.6	9,206.4	8,588.0			
03 - Peso del molde (g)	5,025.0	5,025.0	5,025.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,193.6	4,183.4	3,561.0			
05 - Peso del agua absorbida (g)	153.6	173.4	166.0			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,656.6	3,613.0	3,132.6			
07 - Absorción de agua (%)	4.2	4.8	5.3			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	21.0	117.2	12.0	78.9	6.0	53.4
1.3	26.0	140.9	15.0	91.7	12.0	78.0
1.9	37.0	185.1	21.0	117.2	19.0	108.7
2.5	49.0	236.13	22.0	121.40	20.0	112.90
3.2	59.0	278.6	26.0	265.9	40.0	197.0
3.8	73.0	336.1	35.0	304.1	51.0	244.6
5.08	97.0	397.8	72.0	333.9	60.0	282.9
7.8	91.0	414.6	86.0	363.3	67.0	312.6
10.16	109.0	491.1	98.0	431.6	75.0	346.6
12.7	124.0	554.8	104.0	469.8	80.0	410.3
Carga (%)	236.13 kgf. (17.4%)		121.4 kgf. (8.6%)		112.9 kgf. (8.3%)	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. MSc. Javier Jara
 I.F.C.

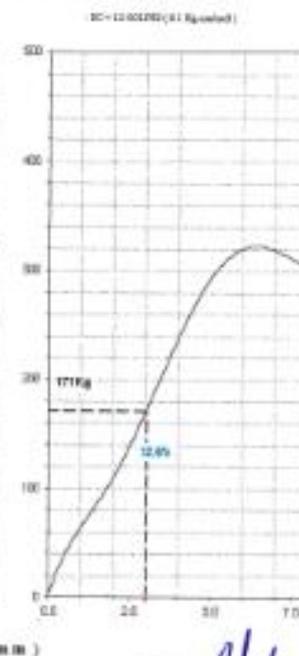
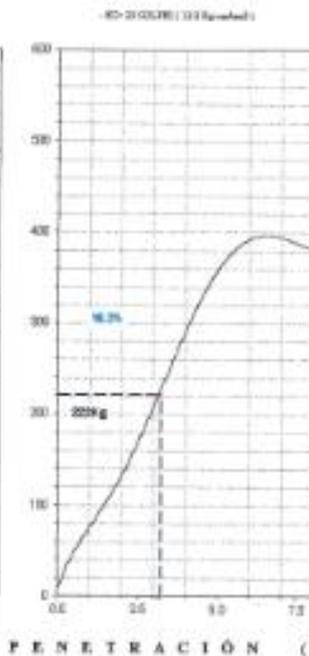
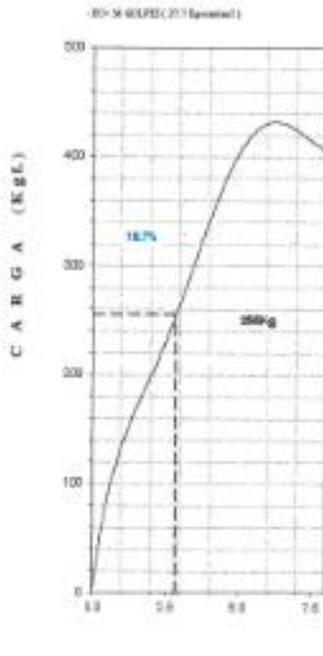
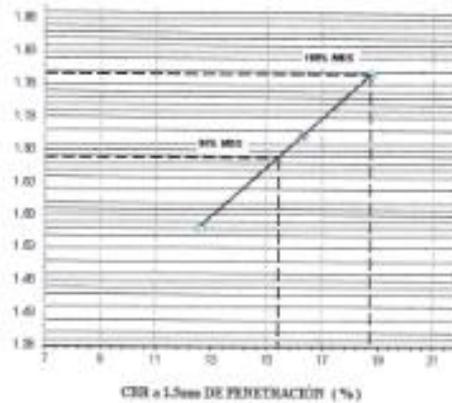
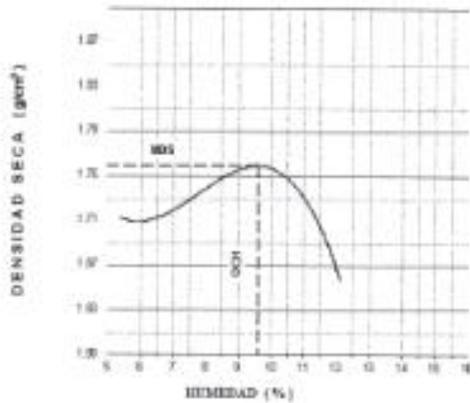
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA: ESCUDO DE PAVIMENTO ELASTICO		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D 1557)		J
TEJIDO: CAPACIDAD DE SOPORTE QUE SE DEBE ADOPTAR (4000 Y 20)		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.700
DE CENIZA DE RESA DE MAZ EN LA UN. CASACUAL ESTRETO (HMOEPE)		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.0
MATERIA: TERRENO NATURAL		CONTEN. DE LA M.O.S. (%)		10.7
CALCATA: /		CONTEN. 60% DE LA M.O.S. (%)		15.4
UBICACIÓN: VIALPASCAL-SANTABAGAN		PLACAS: 150 mm x 150 mm x 6.25 mm		
FECHA: 27-04-2022		ANCHO: 4.00 m		ESPESOR:
		ABSORCIÓN: 4.7%		HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 13.8%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Escuela de Ingeniería Civil
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Ángel Jara

CALICATA N°01. CBR experimental adicionando el 3% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 3%

NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ESCOREDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAÍZ EN LA VIA CARCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERREÑO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : VIA DE CARCAJAL-SANTA ANCAISH
 FECHA : 07/04/2022

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	6	6	6			
Numero de Golpes	56	25	12			
Energía Compactación (kg-cm/cm ²)	27.7	12.2	6.1			
Densidad Beca (CBR)						
01 - Peso suelo húmedo + molde (g)	8,905.0	8,386.0	8,200.0			
02 - Peso del molde (g)	4,025.0	4,472.0	4,555.0			
03 - Peso suelo húmedo (g)	4,880.0	3,908.0	3,645.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,513.000	2,107.890	2,107.890			
05 - Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1,942	1,864	1,729			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)	865.0	575.0	500.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	605.0	520.0	455.0			
09 - Peso del agua (g)	60.0	55.0	45.0			
10 - Peso del tarro (g)	70.0	80.0	80.0			
11 - Peso suelo seco (g)	535.0	430.0	375.0			
12 - Contenido de humedad (%)	11.2	12.8	12.0			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1,746	1,844	1,544			
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo húmedo antes (g)	4,880.0	3,908.0	3,645.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,089.3	8,567.1	8,421.3			
03 - Peso del molde (g)	4,025.0	4,472.0	4,555.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	5,064.3	4,095.1	3,866.3			
05 - Peso del agua absorbida (g)	184.3	187.1	221.3			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,387.9	3,464.8	3,254.5			
07 - Absorción de agua (%)	4.2	5.4	6.8			
Penetración						
Factor Anillo: Carga (kgf) = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN (mm)	Lec. Dial	Carga (Kgf)	Lec. Dial	Carga (Kgf)	Lec. Dial	Carga (Kgf)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	20.0	112.9	20.0	112.9	8.0	81.9
1.3	24.0	129.9	25.0	134.1	15.0	91.7
1.8	36.0	189.4	32.0	163.9	22.0	121.4
2.5	58.0	274.37	44.0	214.88	34.0	172.38
3.2	85.0	304.1	59.0	278.6	47.0	227.6
3.8	91.0	372.1	73.0	338.1	56.0	285.9
5.08	95.0	431.6	82.0	376.3	63.0	285.6
7.6	100.0	452.8	91.0	414.6	80.0	367.9
10.16	112.0	503.8	109.0	491.1	95.0	444.3
12.7	135.0	601.6	127.0	567.6	104.0	489.8
Carga (%)	274.37 kgf. [20.2%]		214.88 kgf. [15.8%]		172.38 kgf. [12.7%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
 I.P.E.

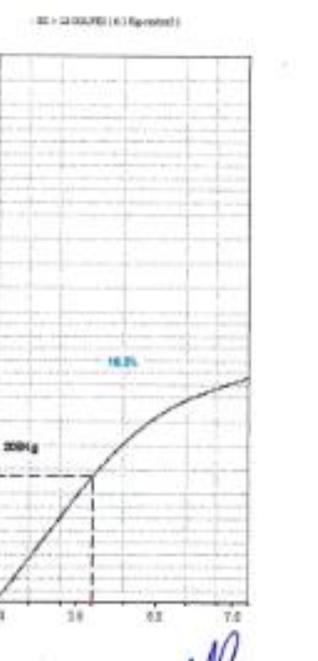
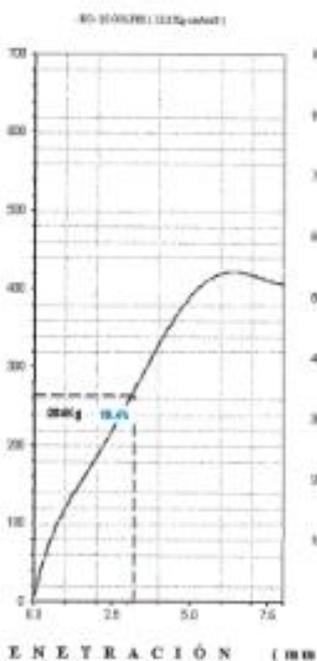
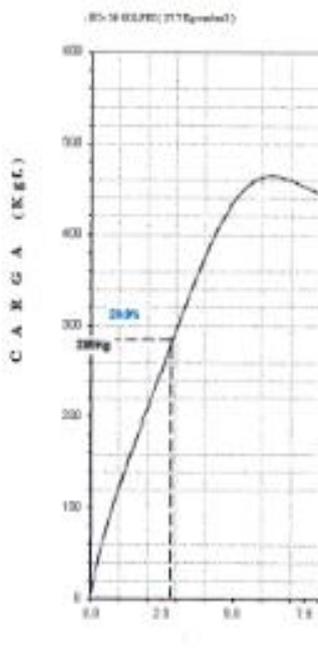
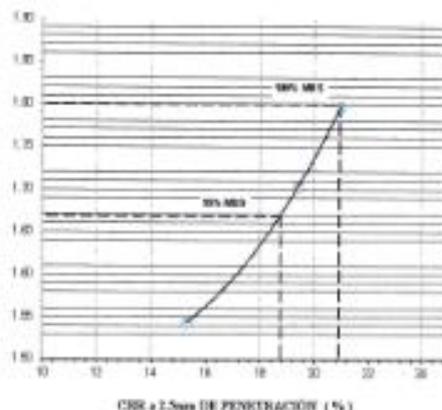
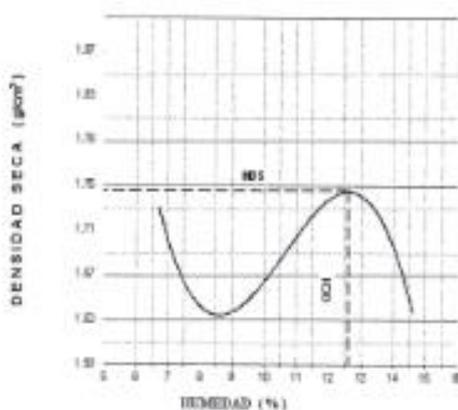
www.usanpedro.edu.pe

Cludad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular: 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1983]-EXPERIMENTAL 3%

SOLICITA: CONTROL DE CALIDAD		MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		A
TIPO: CONTROL DE SOPORTE DE MATERIAL ADICIONADO A V.M.		MÁXIMA DENSIDAD (g/cm ³)		1.740
SE TRATA DE HORN DE BASTON A LA CALZADA, CONTROL DE CALIDAD		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.6
		CBR AL 10% DE LA M.D.S. (%)		20.9
		CBR AL 5% DE LA M.D.S. (%)		16.8
MATERIAL: TERRENO NATURAL		SUELO		
CALZADA: 7		ANCHO: L1 - - - - - (P) - - - - - (Q)		
UBICACIÓN: VIAL CALZADA SANTA ANTONIA		EMBEDO: 4.8cm (D) PUNCIÓN		
FECHA: 07-Abr-2012		ABSORCIÓN: 4.2%		HUMEDAD DE PLASTIFICACIÓN: 16.8%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
2012

CALICATA N°01. CBR experimental adicionando el 5% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 5%
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAÍZ EN LA VÍA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : VÍA DE CASCAJAL-SANTA ANCAISHI
 FECHA : 07/04/2022

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación (kg-cm/cm ²)	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,720.0	8,198.0	8,090.0			
02 - Peso del molde (g)	4,778.0	4,472.0	4,556.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,944.0	3,726.0	3,535.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,107.890	2,107.890	2,107.890			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.871	1.788	1.677			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	585.0	668.0	765.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	533.0	600.0	662.0			
09 - Peso del agua (g)	52.0	68.0	73.0			
10 - Peso del tarro (g)	65.0	80.0	80.0			
11 - Peso suelo seco (g)	468.0	520.0	632.0			
12 - Contenido de humedad (%)	11.1	11.2	11.6			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.684	1.590	1.503			
Expansión %						
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,844.0	3,726.0	3,535.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,950.7	8,446.1	8,362.5			
03 - Peso del molde (g)	4,778.0	4,472.0	4,556.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,174.7	3,974.1	3,807.5			
05 - Peso del agua absorbida (g)	230.7	248.1	272.5			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,549.6	3,352.1	3,169.0			
07 - Absorción de agua (%)	6.5	7.4	8.8			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4,2491345 + 27,92078						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	29.0	148.9	18.0	104.4	12.0	78.9
1.3	35.0	176.6	25.0	134.1	19.0	108.7
1.9	59.0	285.9	36.0	176.6	20.0	112.9
2.5	78.0	359.35	45.0	219.13	32.0	163.89
3.2	100.0	452.8	70.0	325.4	58.0	274.4
3.8	132.0	586.8	110.0	495.3	98.0	435.8
5.08	144.0	639.8	133.0	593.1	115.0	516.6
7.6	189.0	831.0	156.0	690.8	122.0	546.3
10.16	210.0	920.2	166.0	733.3	132.0	589.8
12.7	230.0	1095.2	178.0	784.3	142.0	631.3
Carga (%)	359.35 kgf. [26.4%]		219.13 kgf. [16.1%]		163.89 kgf. [12%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. Alfonso Páez Jara

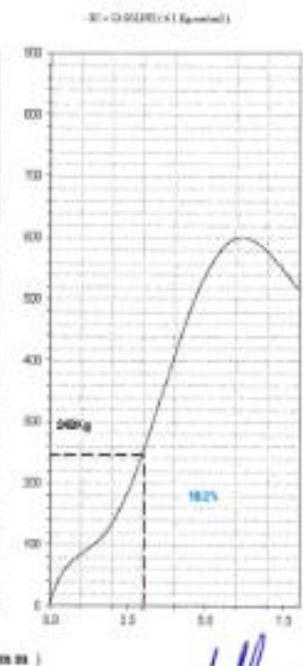
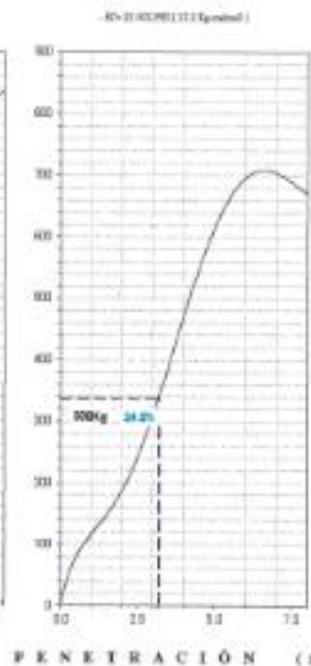
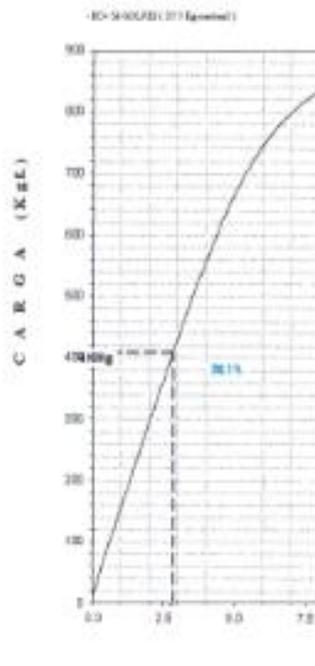
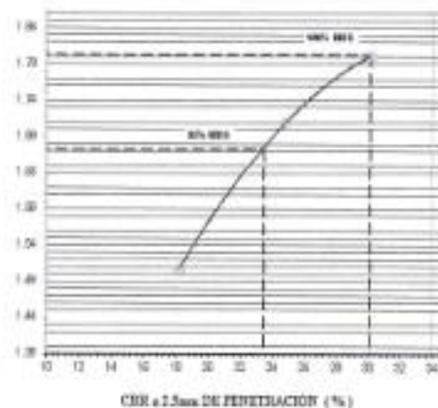
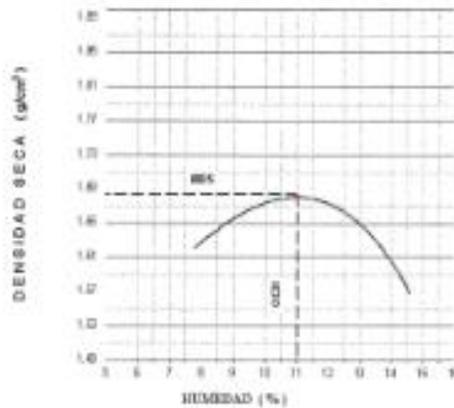
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n / Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 5%

SOLISTA: ENRIQUE GUERRA (19 años)	MÉTODO DE COMPACTACIÓN: (ASTM D-1557)	A:
TÍTULO: CÁLCULO DE SOPORTE DE UN SUELO AGRICOLA EN 5% Y 10%	MÁXIMA DENSIDAD SECA: (g/cm ³)	1.684
SECCION DE CAL DE RNC EN LA VÍA CRISTAL DEFRU QUINTO	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.0
NATURAS: TERRENO NATURAL	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	30.1
CALEDA: 1	CBR AL 80% DE LA M.D.S. (%)	25.5
UBICACIÓN: VÍA CRISTAL DEFRU QUINTO	ALCANTARILLO: 4 días	COMPACTACIÓN:
FECHA: 01-04-2022	ABSORCIÓN: 0.5 %	HUMEDAD DE PREPARACIÓN: 17.5 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Facultad de Ingeniería
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Mg. Miguel Salar Jara
 I.P.S.

CALICATA Nº02. CBR patrón.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 8% Y 5% DE CENIZA DE HOJA
 DE MAÍZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA ANDASH
 FECHA : 07/03/2022

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación [kg-cm]/cm ²	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo húmedo + molde (g)	8,798.0	8,125.0	7,995.0			
02 - Peso del molde (g)	4,776.0	4,472.0	4,555.0			
03 - Peso suelo húmedo (g)	4,022.0	3,653.0	3,440.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,107.890	2,107.890	2,107.890			
05 - Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.908	1.733	1.632			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)	480.0	440.0	400.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	450.0	412.0	375.0			
09 - Peso del agua (g)	30.0	28.0	25.0			
10 - Peso del tarro (g)	65.0	65.0	65.0			
11 - Peso suelo seco (g)	365.0	347.0	310.0			
12 - Contenido de humedad (%)	8.2	8.1	8.1			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.783	1.604	1.510			
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo húmedo antes (g)	4,022.0	3,653.0	3,440.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	6,017.3	6,351.5	6,227.4			
03 - Peso del molde (g)	4,776.0	4,472.0	4,555.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,241.3	3,879.5	3,672.4			
05 - Peso del agua absorbida (g)	219.3	226.5	232.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,716.5	3,380.2	3,183.3			
07 - Absorción de agua (%)	5.9	6.7	7.3			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] - Lectura Dial*4.2491345+27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.83	11.0	74.7	5.0	48.2	1.0	32.2
1.3	23.0	125.7	11.0	74.7	5.0	49.2
1.9	35.0	176.6	16.0	95.9	7.0	57.7
2.5	43.0	210.63	23.0	125.95	11.0	74.66
3.2	77.0	355.1	38.0	186.4	17.0	100.2
3.8	99.0	448.6	52.0	248.9	25.0	134.1
5.08	119.0	533.6	63.0	295.6	31.0	159.6
7.6	148.0	656.8	76.0	350.0	36.0	180.9
10.16	170.0	750.3	89.0	406.1	45.0	219.1
12.7	188.0	826.8	101.0	457.1	50.0	265.9
Carga [%]	210.63 kgf. [15.5%]		125.66 kgf. [9.2%]		74.66 kgf. [5.5%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. Miguel Salar Jara

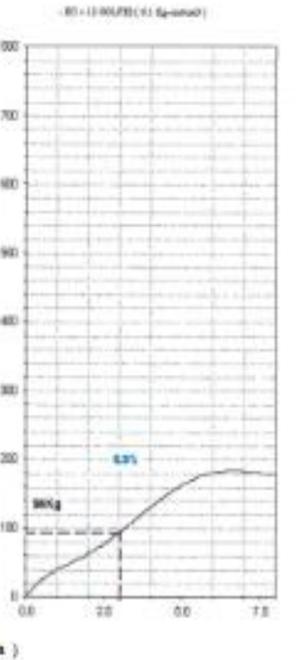
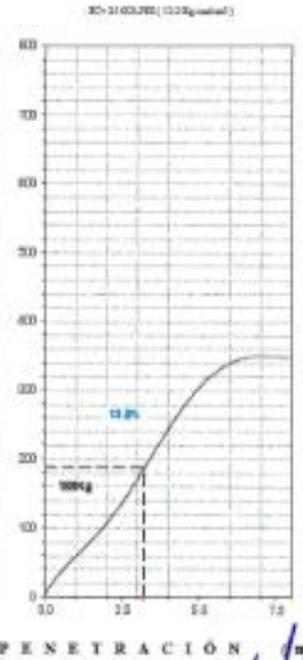
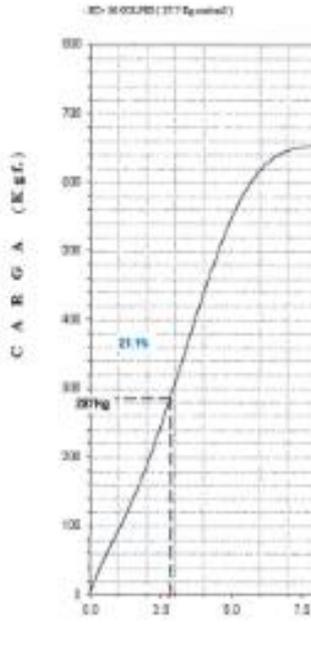
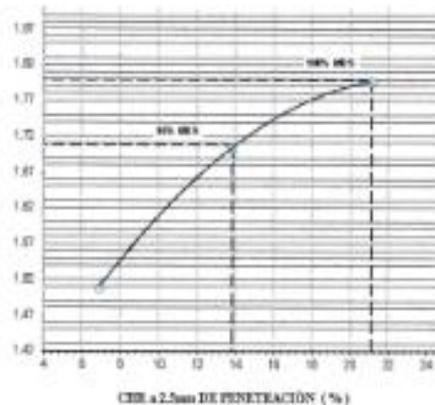
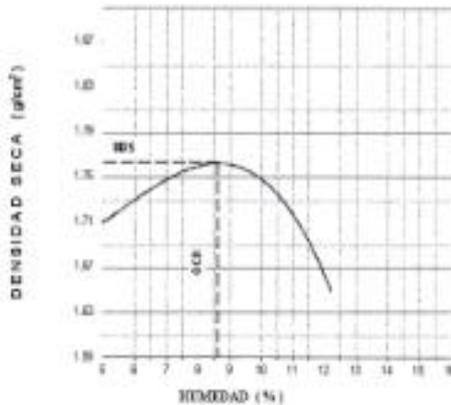
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

SOLICITA: RECONSTRUCCIÓN DE VIAL		MÉTODO DE COMPACTACIÓN: (ASTM D-1557)		A
TIPO: CAMBIO DE SOPORTE DE UN NUDO A OCHO NUDOS EN UN VIAL		MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.76
SE ENCUENTRA EN LA ZONA DE LA VIAL CASCAS ALERIO CHAVEZ		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9.6
MATERIAL: TERREO NATURAL		CIR AL 100% DE LA M.D.S. (%)		21.1
CALCATA: 3		CIR AL 95% DE LA M.D.S. (%)		13.9
UBICACIÓN: VIAL DE CASCAVAL SANTILMARI		SUCS		U _c - - P _c - - C _u - -
FECHA: 07-Abr-2022		AASHO		EMBRUDO - 4.8% EXPANSIÓN
		ABSORCIÓN		6.9% HUMEDAD DE PENETRACIÓN



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Salar Jara
I.P.R.E.

CALICATA N°02. CBR experimental adicionando el 3% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 3%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

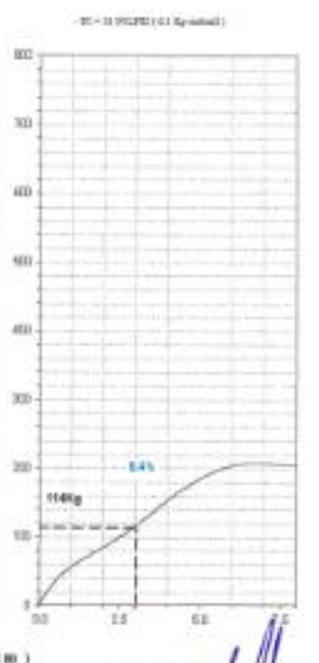
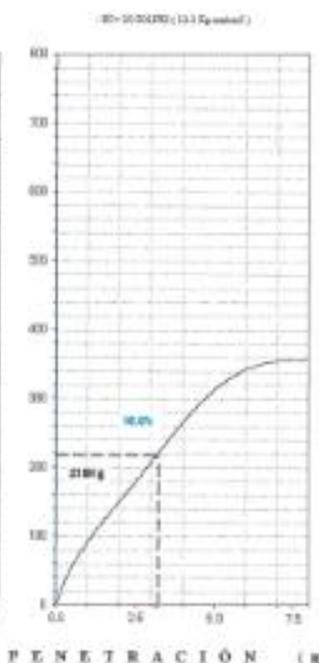
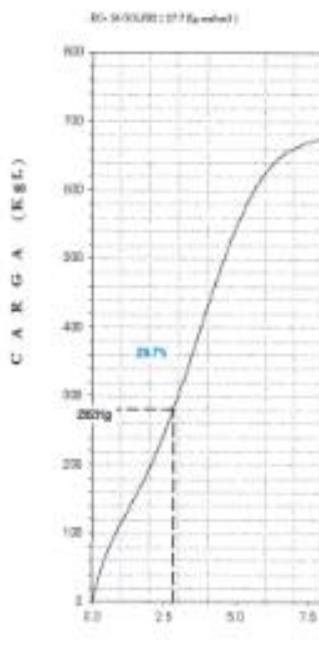
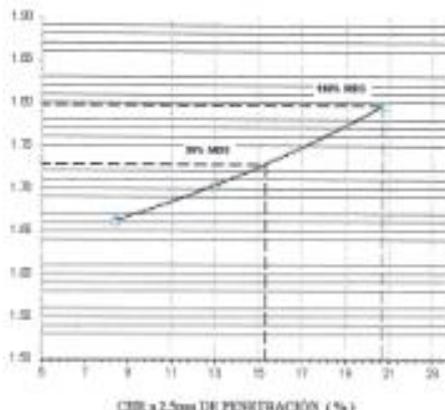
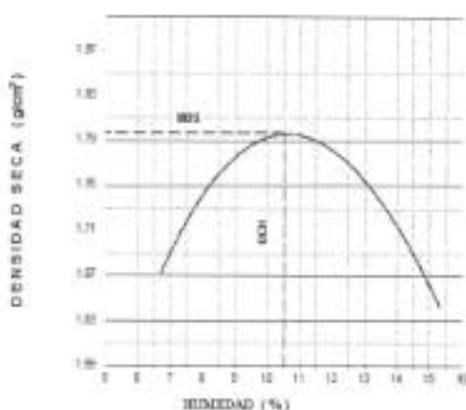
Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación [kg-cm/cm ²]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,974.0	8,440.0	8,435.0			
02 - Peso del molde (g)	4,778.0	4,472.0	4,555.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,198.0	3,968.0	3,880.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,107.890	2,107.890	2,107.890			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.992	1.882	1.841			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	525.0	640.0	480.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	480.0	565.0	440.0			
09 - Peso del agua (g)	45.0	55.0	40.0			
10 - Peso del tarro (g)	65.0	65.0	65.0			
11 - Peso suelo seco (g)	415.0	520.0	375.0			
12 - Contenido de humedad (%)	10.8	10.8	10.7			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.797	1.702	1.683			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,198.0	3,968.0	3,880.0			
02 - Peso suelo embetido + molde (g)	9,261.8	8,741.4	8,743.5			
03 - Peso del molde (g)	4,778.0	4,472.0	4,555.0			
04 - Peso suelo embetido (g)	4,483.8	4,269.4	4,188.5			
05 - Peso del agua absorbida (g)	287.8	301.4	308.5			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,787.3	3,566.5	3,506.0			
07 - Absorción de agua (%)	7.6	8.4	8.8			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*4.2481345+27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	13.0	83.2	10.0	78.4	4.0	44.9
1.3	27.0	142.6	21.0	117.2	10.0	70.4
1.9	38.0	193.6	29.0	138.4	11.0	74.7
2.5	48.0	223.38	30.0	155.39	16.0	85.91
3.2	69.0	321.1	50.0	240.4	23.0	125.7
3.8	87.0	440.1	56.0	265.9	30.0	155.4
5.08	120.0	537.8	65.0	304.1	36.0	180.9
7.6	152.0	673.8	78.0	359.4	42.0	205.4
10.16	182.0	801.3	80.0	410.3	52.0	248.9
12.7	215.0	941.5	104.0	469.8	61.0	287.1
Carga (%)	223.38 kgf. [16.4%]		155.39 kgf. [11.4%]		85.91 kgf. [7%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Mg. MSg. *[Firma]* Jara



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 3%

CLIENTE	INGENIERO MIGUEL SOTER JARA	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TIPO	CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO NO COMÚN (ART. 1.16)	GRAMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.707
DETERMINACIÓN DE HUEMO DE BASE EN EL VÍA CARRETERA CERCADO ORIBOTI		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.3
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	29.7
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	10.3
NACIONAL	TORREO NATURAL	SUCS	LL ... P ₁ ... P ₂ ...
CLASIFICACIÓN	J	ANÁLISIS	EMERSO ... 4 días EXPANSIÓN ...
UBICACIÓN	VIA CARRETERA SANTA ANTONIA	ABSORCIÓN	7.6 % HUMEDAD DE PREPARACIÓN ... 10.1 %
	PERNA ... 01-04-2022		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Sotera Jara
2022

CALICATA N°02. CBR experimental adicionando el 5% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERIA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 5%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELYS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAÍZ EN LA VIA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 2
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA ANCASH
 FECHA : 07.04/2022

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm/cm ²]	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,865.0	8,382.0	8,185.0			
02 - Peso del molde (g)	4,778.0	4,472.0	4,555.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,089.0	3,910.0	3,630.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,107.890	2,107.890	2,107.890			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.940	1.855	1.722			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	578.0	620.0	735.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	518.0	560.0	660.0			
09 - Peso del agua (g)	58.0	60.0	75.0			
10 - Peso del tarro (g)	85.0	80.0	85.0			
11 - Peso suelo seco (g)	453.0	480.0	595.0			
12 - Contenido de humedad (%)	12.8	12.5	12.6			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.720	1.649	1.528			
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,089.0	3,910.0	3,630.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,104.2	8,632.2	8,455.8			
03 - Peso del molde (g)	4,778.0	4,472.0	4,555.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,328.2	4,160.2	3,900.8			
05 - Peso del agua absorbida (g)	239.2	250.2	270.8			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,624.9	3,475.6	3,223.7			
07 - Absorción de agua (%)	6.6	7.2	8.4			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2461345 + 27.92018						
Molde	1 (56 Golpes)		2 (25 Golpes)		3 (12 Golpes)	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	20.0	112.9	15.0	91.7	8.0	61.9
1.3	35.0	180.9	25.0	134.1	18.0	104.4
1.9	57.0	270.1	33.0	168.1	22.0	121.4
2.5	88.0	401.84	45.0	219.13	28.0	148.90
3.2	125.0	559.1	102.0	461.3	34.0	172.4
3.8	143.0	635.5	130.0	580.3	55.0	261.6
5.08	190.0	835.3	168.0	741.8	62.0	291.4
7.6	230.0	1005.2	194.0	852.3	79.0	363.6
10.16	280.0	1132.7	200.0	877.7	84.0	394.8
12.7	290.0	1260.2	210.0	926.2	91.0	414.6
Carga [%]	401.84 kgf. [29.5%]		219.13 kgf. [16.1%]		148.9 kgf. [10.8%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO
 Los Pinos - Mz. B s/n - Chimbote
 Mg. Miguel Salazar Jara

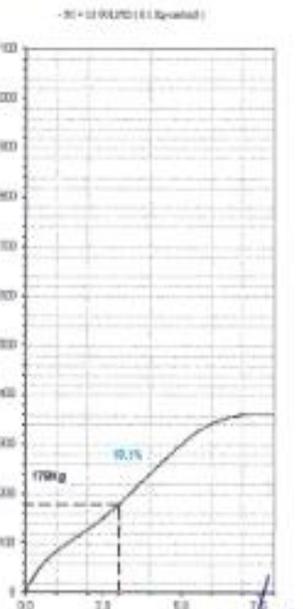
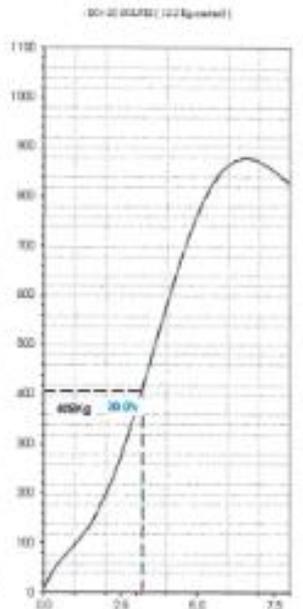
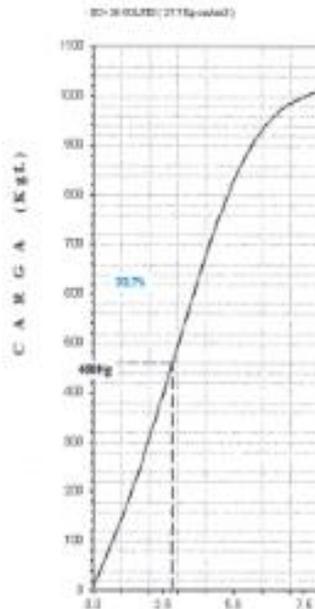
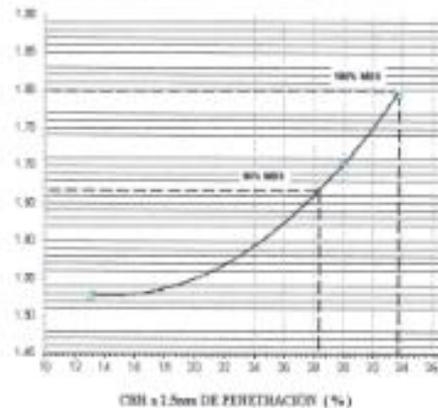
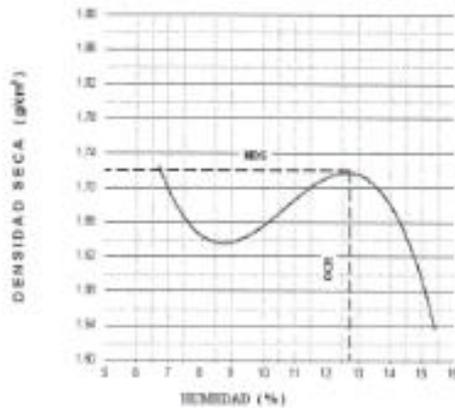
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyam@usanpedro.edu.pe



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 5%

ESCUELA	INGENIERÍA CIVIL	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TÍTULO	CONSTRUCCIÓN DE UN SUELO FORTIFICADO DE 7% Y 1%	MÁXIMA DENSIDAD DECA (g/cm ³)	1.730
DEPARTAMENTO	DE OBRAS DE BARRIO DE SAN CARLOS Y CHIMBOTE	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.7
MATERIAL	TIENNO NATURAL	CBR AL 15% DE LA M.D.S. (%)	33.7
CALCATA	7	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	28.4
UBICACIÓN	VIA DE CARACAL SURTAMENSA	SUCS	U ₁ - - - - - P ₁ - - - - - G ₁ - - - - -
FECHA	07-Abr-2022	ASIENTO	CMEDIO 4.6mm DIMENSION:
		ABSORCIÓN	9.0% HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 19.3%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Jara

CALICATA Nº03. CBR patrón.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

RELACION DE SOPORTE - CBR NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA
 DE MAIZ EN LA VIA CASCAJAL, DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : VIA DE CASCAJAL-SANTA ANICASH
 FECHA : 07/04/2022

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación (kg-cm)/cm ²	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca (CBR)						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8 887.0	8 318.0	8 354.0			
02 - Peso del molde (g)	4 778.0	4 472.0	4 555.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4 111.0	3 846.0	3 799.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2 107.890	2 107.890	2 107.890			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.950	1.825	1.802			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	552.0	442.0	582.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	520.0	420.0	558.0			
09 - Peso del agua (g)	32.0	22.0	26.0			
10 - Peso del tarro (g)	66.0	58.0	164.0			
11 - Peso suelo seco (g)	454.0	362.0	392.0			
12 - Contenido de humedad (%)	7.0	6.1	6.6			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.622	1.720	1.690			
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4 111.0	3 846.0	3 799.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9 071.3	8 521.0	8 592.7			
03 - Peso del molde (g)	4 778.0	4 472.0	4 555.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4 293.3	4 049.0	4 037.7			
05 - Peso del agua absorbida (g)	184.3	203.0	238.7			
06 - Peso del suelo seco (g)	3 840.3	3 625.7	3 582.7			
07 - Absorción de agua (%)	4.8	5.6	6.7			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*4.2491345+27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	32.0	163.9	28.0	151.1	23.0	125.7
1.3	85.0	399.1	63.0	295.6	45.0	219.1
1.9	130.0	580.3	91.0	414.6	62.0	291.4
2.5	173.0	763.02	111.0	499.57	80.0	367.85
3.2	210.0	920.2	137.0	610.1	102.0	461.3
3.8	230.0	1005.2	142.0	631.3	115.0	516.6
5.08	260.0	1132.7	151.0	689.5	120.0	537.8
7.6	290.0	1260.2	160.0	797.8	135.0	601.6
10.16	320.0	1387.8	170.0	750.3	140.0	622.8
12.7	340.0	1472.8	180.0	792.8	145.0	644.0
Carga (%)	763.02 kgf. [58.1%]		499.57 kgf. [36.7%]		367.85 kgf. [27%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LA HUACA DE SAN PEDRO, CASAPALMAYO
 Mg. Miguel Ángel Jara

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B sin - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

CALICATA N°03. CBR experimental adicionando el 3% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 3%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 3% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAÍZ EN LA VÍA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : VÍA DE CASCAJAL-SANTA ANCASH
 FECHA : 07/04/2022

Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación (kg-cm/cm ²)	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo húmedo + molde (g)	8,961.0		8,850.0		8,090.0	
02 - Peso del molde (g)	4,776.0		4,472.0		4,555.0	
03 - Peso suelo húmedo (g)	4,185.0		4,178.0		3,525.0	
04 - Volumen de molde, cm ³	2,107.890		2,107.890		2,107.890	
05 - Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.985		1.982		1.672	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)	730.0		670.0		655.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	690.0		610.0		630.0	
09 - Peso del agua (g)	40.0		60.0		25.0	
10 - Peso del tarro (g)	205.0		200.0		60.0	
11 - Peso suelo seco (g)	485.0		410.0		570.0	
12 - Contenido de humedad (%)	8.2		14.6		4.4	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.834		1.729		1.602	
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo húmedo antes (g)	4,185.0		4,178.0		3,525.0	
02 - Peso suelo embetido + molde (g)	9,212.3		8,930.6		8,353.5	
03 - Peso del molde (g)	4,776.0		4,472.0		4,555.0	
04 - Peso suelo embetido (g)	4,436.3		4,458.6		3,798.5	
05 - Peso del agua absorbida (g)	251.3		280.6		273.5	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,885.1		3,844.6		3,379.9	
07 - Absorción de agua (%)	6.5		7.7		8.1	
Penetración						
Factor Anillo: Carga (kgf.) = Lectura Dial / 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.50	34.0	172.4	30.0	155.4	27.0	142.6
1.3	69.0	321.1	59.0	279.6	38.0	189.4
1.9	92.0	418.8	85.0	389.1	57.0	270.1
2.5	176.0	775.77	82.0	418.84	81.0	372.10
3.2	200.0	877.7	120.0	537.8	105.0	474.1
3.9	220.0	962.7	131.0	584.6	119.0	533.6
5.08	275.0	1196.4	150.0	685.3	128.0	583.3
7.6	282.0	1226.2	158.0	699.3	129.0	578.1
10.16	290.0	1260.2	163.0	720.5	135.0	601.6
12.7	298.0	1294.2	168.0	741.8	147.0	652.5
Carga (%)	775.77 kgf. [97%]		418.84 kgf. [30.8%]		372.1 kgf. [27.4%]	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Los Mochis y Santa Cruz de Yancay

Mg. Miguel Solís Jara
 I.Eng.

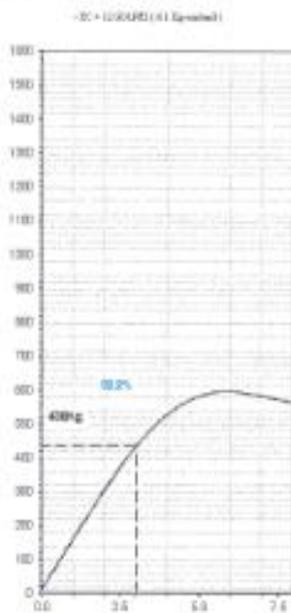
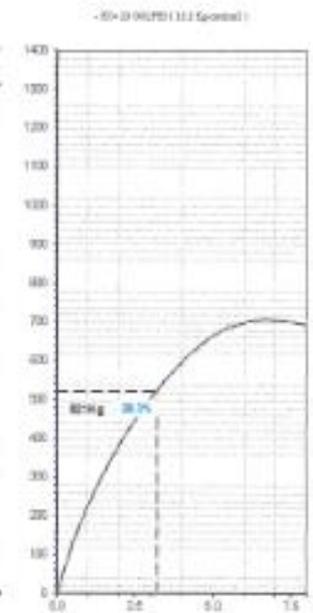
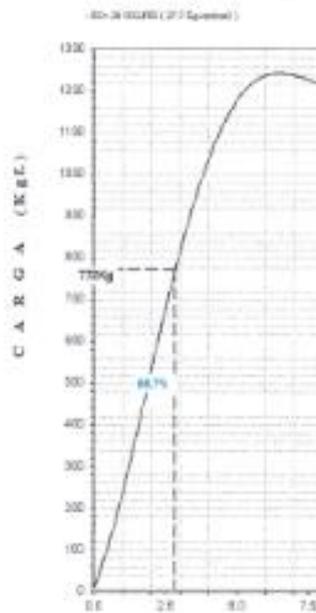
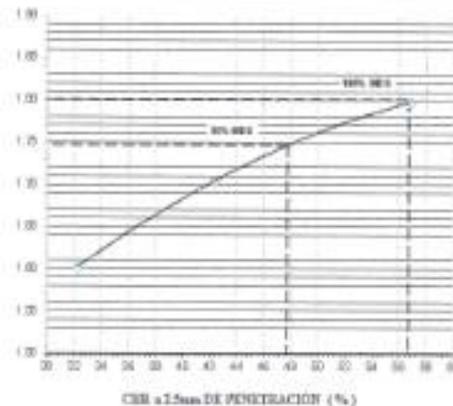
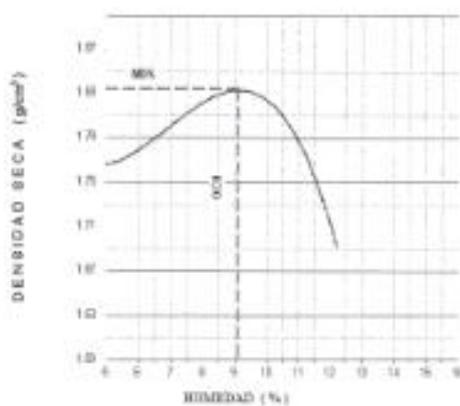
www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL 3%

COLLETA: ESPONDO CORVAO ELVO JOEL	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)		A
TEMA: CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADECUADO EN PL Y WL	MÓDULO DE DENSIDAD ESPECÍFICA		1,050
DE GRUPO DE HUELOS EN UN SUELO Y SU LINEALMENTE COMPACTO	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		9,1
	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)		50,7
MATERIAL: TERRENO NATURAL	CBR AL 96% DE LA M.D.S. (%)		47,9
ALTEZA: 3	LL	PL	U _L
UBICACIÓN: VÍA ESCUELA SAN PEDRO	MÉTODO: J.800		COMPACTACIÓN
FECHA: 07.06.2022	ARROJACIÓN: 96 %		HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 96 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Adolfo César Jara
ING

CALICATA N°03. CBR experimental adicionando el 5% de ceniza de hoja de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 5%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : ESCOBEDO CUEVAS ELVIS JOEL
 TESIS : CAPACIDAD DE SOPORTE DE UN SUELO ADICIONANDO UN 5% Y 5% DE CENIZA DE HOJA DE MAÍZ EN LA VÍA CASCAJAL-DISTRITO CHIMBOTE
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : 3
 LUGAR : VÍA DE CASCAJAL-SANTA ANICASH
 FECHA : 07/04/2022

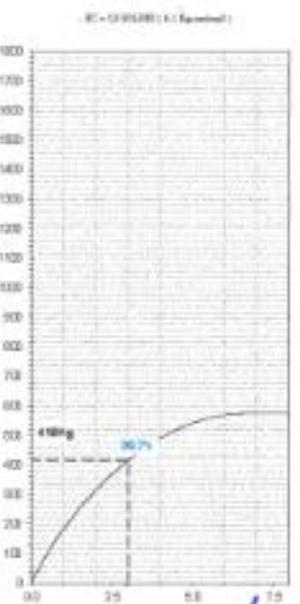
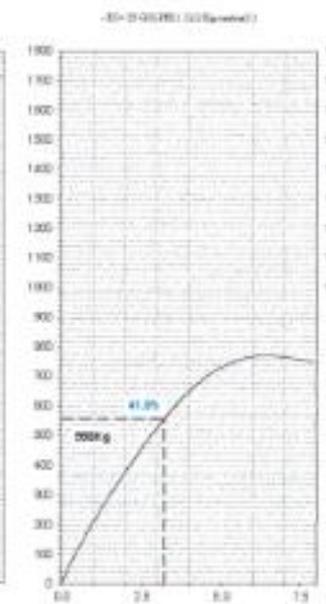
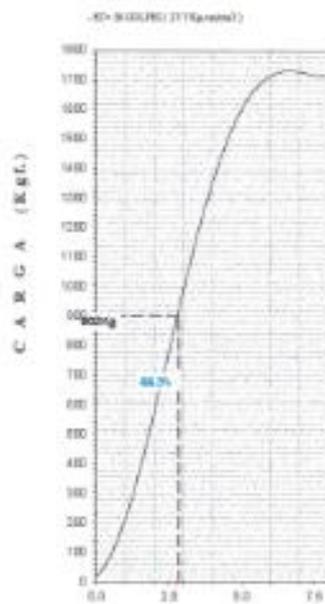
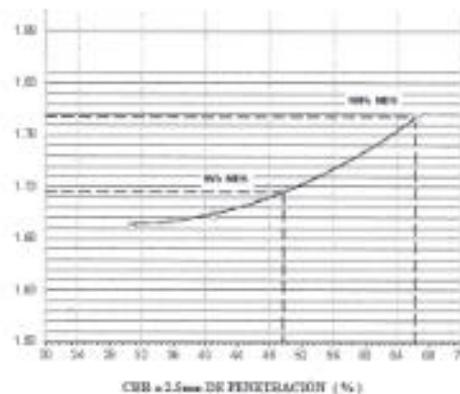
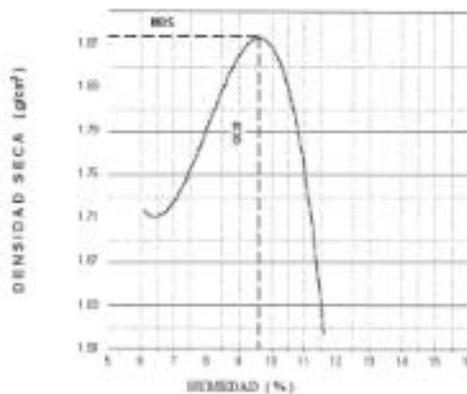
Características						
Numero de Molde	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de Golpe	56		25		12	
Energía Compactación (kg-cm)/cm ²	27.7		12.2		6.1	
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo húmedo + molde (g)	9,056.0		8,550.0		8,455.0	
02 - Peso del molde (g)	4,776.0		4,472.0		4,555.0	
03 - Peso suelo húmedo (g)	4,280.0		4,078.0		3,900.0	
04 - Volumen de molde cm ³	2,107.890		2,107.890		2,107.890	
05 - Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	2.030		1.935		1.850	
06 - Tamo N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo húmedo + tamo (g)	630.0		545.0		850.0	
08 - Peso suelo seco + tamo (g)	585.0		505.0		795.0	
09 - Peso del agua (g)	45.0		40.0		55.0	
10 - Peso del tamo (g)	60.0		65.0		200.0	
11 - Peso suelo seco (g)	525.0		440.0		585.0	
12 - Contenido de humedad (%)	8.6		9.1		9.2	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.870		1.773		1.894	
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo húmedo antes (g)	4,280.0		4,078.0		3,900.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,331.8		8,941.6		8,744.2	
03 - Peso del molde (g)	4,776.0		4,472.0		4,555.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	4,555.8		4,369.6		4,189.2	
05 - Peso del agua absorbida (g)	275.9		291.6		299.2	
06 - Peso del suelo seco (g)	3,942.1		3,738.2		3,570.0	
07 - Absorción de agua (%)	7.0		7.8		8.1	
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial/4.3451345+27.82018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	35.0	175.6	32.0	163.9	25.0	134.1
1.3	63.0	295.6	62.0	248.9	46.0	236.1
1.9	105.0	474.1	73.0	338.1	58.0	274.4
2.5	185.0	814.01	119.0	495.32	86.0	393.35
3.2	240.0	1047.7	120.0	537.8	93.0	423.1
3.8	319.0	1383.4	145.0	644.0	110.0	495.3
5.08	360.0	1557.6	165.0	729.0	120.0	537.8
7.6	400.0	1727.8	172.0	758.8	130.0	580.3
10.16	440.0	1897.5	184.0	809.8	140.0	622.8
12.7	480.0	2067.5	185.0	854.5	150.0	665.3
Carga (%)	814.01 kgf. [58.8%]		495.32 kgf. [36.4%]		393.35 kgf. [29.9%]	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Mg. Algis r Jara



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1893]-EXPERIMENTAL 5%

SOLICITA: PROYECTO CARRETERA 05	METODO DE COMPACTACION (ASTM D-1557)	A
TIPO: SUPERFICIE DE SOPORTE DE UN SUELO ADHESIVO (M 25 Y 28)	GRADUACION DE COMPACTACION (g/cm ³)	1.877
DE UNDA DE HUNDIMIENTO EN LA VÍA CARRETERA (ESTRADA 05)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.4
	GRADUACION DE LA M.D.S. (%)	86.3
MATERIAL: SUELO NATURAL	GRADUACION DE LA M.D.S. (%)	43.2
CALCADA: 2	SUELO: M... P... S...	
UBICACION: VIALCABAL, SINGAPUR	AADONTO: HUMEDAD: 4.8%	EXPANSION: ...
FECHA: 07-Abr-2022	AADONTO: 7.0%	HUMEDAD DE PENETRACION: 85.6%



PENETRACION (mm)

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIAS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. [Signature] r Jara

ANEXO N°11: formato de tablas a la salida del programa (SPSS)

Pruebas NPar

Notas

Salida creada		18-ABRI-2022 22:40:59
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\RACSO 2022\PROCESO ING CIVIL - AGRONOMIA - ANOVA\Base CBR con ceniza hoja de maiz - 2 trata y con Duncan.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos0
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	9
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos para todas las pruebas se basan en casos sin datos perdidos para cualquier variable utilizada.
Sintaxis		NPAR TESTS /FRIEDMAN=A95_0 A95_3 A95_5 /MISSING LISTWISE.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.02

Tiempo transcurrido	00:00:00.02
Número de casos permitidos ^a	393216

Prueba de Friedman

Rangos

Rango promedio

A95_0	1,00
A95_3	2,00
A95_5	3,00

Estadísticos de prueba^a

N	3
Chi-cuadrado	6,000
GI	2
Sig. asintótica	,050

a. Prueba de Friedman

Pruebas NPar

Notas

Salida creada		18-ABRI-2022 22:42:15
Comentarios		
Entrada	Datos	D:\RACSO 2022\PROCESO ING CIVIL - AGRONOMIA - ANOVA\Base CBR con ceniza hoja de maiz - 2 trata y con Duncan.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos0
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	9
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Los estadísticos para todas las pruebas se basan en casos sin datos perdidos para cualquier variable utilizada.

Sintaxis		NPAR TESTS /FRIEDMAN=A100_0 A100_3 A100_5 /MISSING LISTWISE.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.00
	Número de casos permitidos ^a	393216

Prueba de Friedman

Rangos

	Rango promedio
A100_0	1,67
A100_3	1,33
A100_5	3,00

Estadísticos de prueba^a

N	3
Chi-cuadrado	4,667
gl	2
Sig. asintótica	,097

a. Prueba de Friedman

ANEXO N°12: tablas de tipo de carreteras y categorías de subrasante según manual de carreteras (MTC, 2014)

Tipo de Carretera	Profundidad(m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopista: carreteras de IMDA mayor de 600 veh/día de calzada separadas, cada una con dos o más carriles	1.5m.respecto al nivel de subrasante del proyecto.	Calzada de 2 carriles por sentido:4calicatasx km.x sentido. Calzada de 3 carriles por sentido:4calicatasx km.x sentido. Calzada de 4 carriles por sentido:6calicatasx km.x sentido.	
Carreteras duales o multicarril:carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.5m.respecto al nivel de subrasante del proyecto.	Calzada de 2 carriles por sentido:4calicatasx km.x sentido. Calzada de 3 carriles por sentido:4calicatasx km.x sentido. Calzada de 4 carriles por sentido:6calicatasx km.x sentido.	
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 vh/día,de una calzada de dos carriles.	1.5m.respecto al nivel de subrasante del proyecto.	4 calicatas x km	
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 VEH/DÍA, de una calzada de dos carriles	1.5m.respecto al nivel de subrasante del proyecto.	3 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente Y en forma alterna
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una	1.5m.respecto al nivel de subrasante del proyecto.	2 calicatas x km	

calzada de dos carriles			
Carreteras de bajo volumen de tránsito: IMDA=<200 veh/día, de una calzada.	1.5m.respecto al nivel de subrasante del proyecto.	1 calicatas x km	

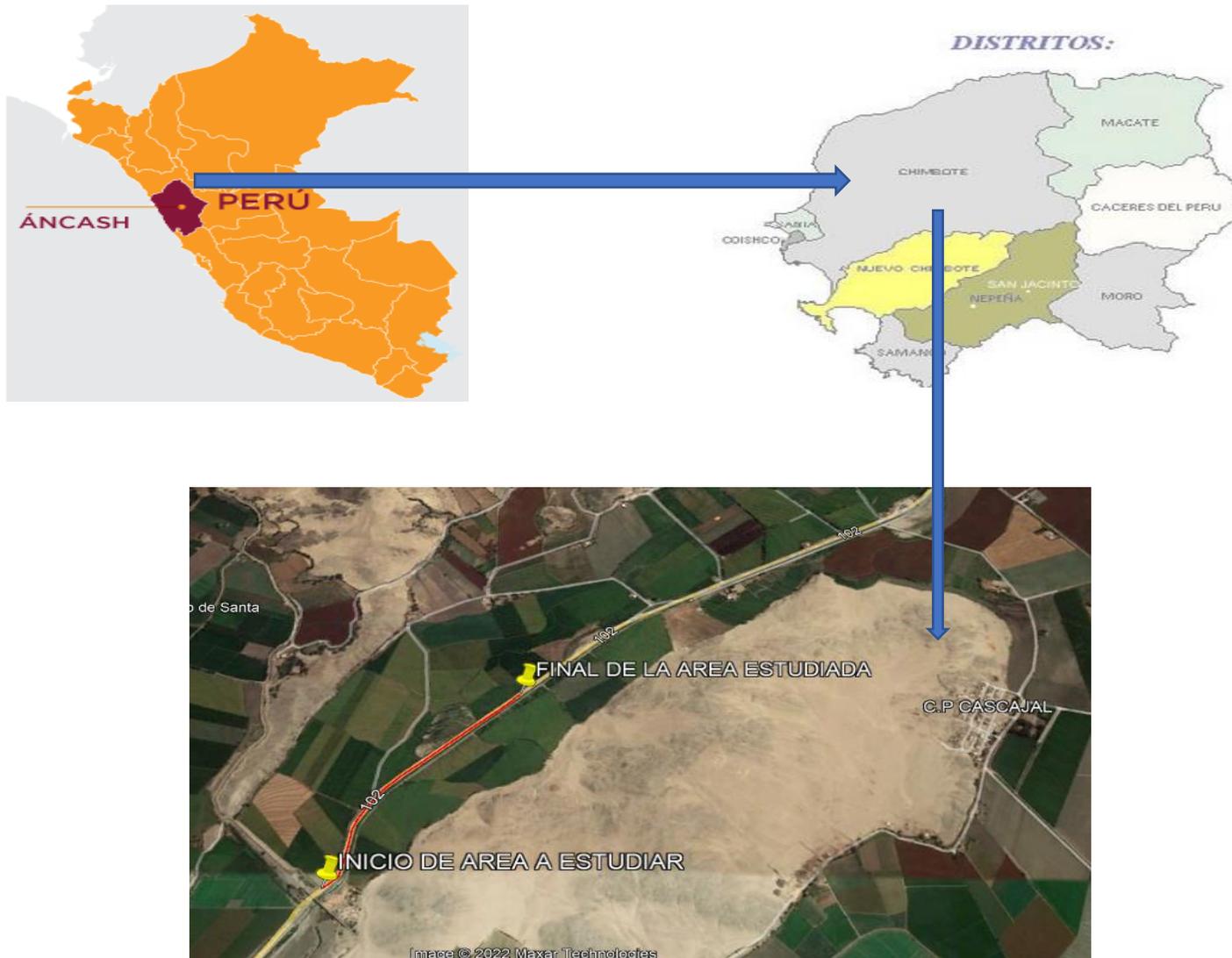
Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.

Tabla de: *Categorías de Subrasante*

CATEGORÍA DE SUBRASANTE	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras (MTC, 2014)

MAPAS DE UBICACIÓN



PLANO DE UBICACIÓN

