

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera
de hornos de artesanías en trocha carrozable Huaraz - Rataquenua,
Ancash, 2023.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Manrique Orellano Miller Rolando

Asesor:

Flores Reyes Gumercindo Código
ORCID: [0000-0002-2305-7339](https://orcid.org/0000-0002-2305-7339))

Huaraz – Perú

2023

Índice General

Índice General	i
Índice de Tablas	ii
Índice de Figuras	iii
Palabras Clave.....	v
Constancia de originalidad.....	vi
Título	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	1
Metodología	23
Resultados	31
Análisis y Discusión	58
Conclusiones	60
Recomendaciones	61
Referencias Bibliográficas	62
Anexos	68

Índice de Tablas

Tabla. 1 Estabilización de suelos	15
Tabla. 2 Sistema de clasificación de suelos	18
Tabla 3. Norma Técnica E020	21
Tabla 4. Mezcla homogénea de suelos arcilloso con ceniza de madera ...	25
Tabla 5. Composición química de la ceniza de madera expresados en óxidos	33
Tabla 6. Composición química elemental de la ceniza de madera	34
Tabla 7. Límites de plasticidad	35
Tabla 8. Clasificación de suelo natural según AASHTO- SUCS.....	35
Tabla 9. Contenido de humedad.....	35
Tabla 10. Ph en la dosificación de ceniza de madera en arcilla.....	37
Tabla 11. Dato para el cálculo de Proctor patrón.....	39
Tabla 12. Dato para el cálculo de Proctor patrón.....	39
Tabla 13. Dato para el cálculo de Proctor experimental M10	41
Tabla 14. Dato para el cálculo de Proctor experimental CM20	43
Tabla 15. Humedad óptima CM10	44
Tabla 16. Humedad óptima CM20	45
Tabla 17. Humedad óptima CM30	45
Tabla 18. Densidad Seca Máxima CM10.....	45
Tabla 19. Densidad Seca Máxima CM20	46
Tabla 20. Densidad Seca Máxima CM30.....	46
Tabla 21. Lectura diales para la obtención del CBR Patrón.....	47

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación de suelos según SUCS	17
Figura 2. Mapa político del Perú	26
Figura 3. Mapa Político del Departamento de Ancash	26
Figura 4. Mapa Político del Distrito de Huaraz.....	26
Figura 5. Mapa Trocha Carrozable	26
Figura 6. Curva Calorimétrica DSC (curva de calor absorbido) de la ceniza demadera	31
Figura 7. Curva de Pérdida de masa, análisis Termo gravimétrico de la ceniza de madera.	32
Figura 8. Curva densidad seca Versus Contenido de Humedad Proctor patrón	38
Figura 9. Curva densidad seca Versus Contenido de Humedad Proctor CM10	40
Figura 10. Curva densidad seca Versus Contenido de Humedad Proctor CM20	42
Figura 11. Curva densidad seca Versus Contenido de Humedad Proctor CM30 .	44
Figura 12. CBR Patrón (C-1) a 2.5 mm de penetración	48
Figura 13. CBR experimental CM10 (C-1) a 2.5 mm de penetración	50
Figura 14. CBR experimental CM20 (C-1) a 2.5 mm de penetración	52
Figura 15. CBR experimental CM30 (C-1) a 2.5 mm de penetración	54
Figura 16. CBR Contenido de humedad óptimo, Patrón y experimental	57
Figura 17. Máxima Densidad Seca C-1 Patrón y experimentales	57
Figura 18. CBR al 95% MDS de C-1, Patrón y experimentales	57
Figura 19. CBR al 100% MDS de C-1, Patrón y experimentales	58

Palabras clave:

Tema : Estabilización de suelos arcillosos

Especialidad : Transporte

Key words:

Theme : Stabilization of clay Soils

Speciality : Transport

Línea de investigación - OCDE

Línea	Transporte
Área	Ingeniería civil
Sub-área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de hornos de artesanías en trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, Ancash, 2023.**" del (a) estudiante: **MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO**, identificado(a) con Código N° **1416200070**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **28%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 01 de abril de 2025

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Título

Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de hornos de artesanías en trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, Ancash, 2023.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo general la estabilización del suelo arcilloso, adicionando ceniza de madera de hornos de artesanía en la trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, adicionando ceniza en dosificación del 10%, 20% y 30%, así mismo los estudios de mecánica de suelos en la zona de estudio mediante clasificación SUCS y AASHTO, así como determinar la capacidad portante del suelo adicionando la ceniza de madera con la dosificación ceniza – suelo materia de investigación.

La metodología de investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental, el proceso implica la recolección de información, muestras de suelos, cenizas, pruebas de laboratorio, todo ello con la ayuda de fichas técnicas, formatos, empleo de instrumental adecuado y calibrado, así como el periodo de pruebas.

Los estudios de campo se iniciaron con la recolección de muestras de calicata y los ensayos en laboratorio físicas – mecánicas necesarias del suelo, los ensayos de capacidad portante; así mismo describir el diseño de estabilización requeridos como resultado de los estudios realizados.

Por lo expuesto, la presente investigación dio como resultados de estabilización de suelos arcillosos, adicionando ceniza de madera de hornos de artesanía en la trocha carrozable Huaraz – Rataquenua, la dosificación de ceniza de madera al 20% es la óptima, obteniendo una DMS de 1.99gr/cm³ respecto al suelo natural que muestra una DMS de 1.940gr/cm³ para el suelo natural se tiene un IP. De 12.51% con la adición de ceniza óptima, se reduce a un IP. De 9.60%, el suelo natural presenta un CBR de 9.3% al 95% con la adición de ceniza de madera se incrementa con CBR de 17.2% y óptimo contenido de humedad del 10%. Se incrementa con respecto al 6.8% del OCH del suelo natural.

Palabras clave: estabilización de suelos arcillosos, transporte

ABSTRACT

The general objective of this research project is the stabilization of the clay soil, adding wood ash from craft kilns on the Huaraz - Rataquenua road, adding ash in a dosage of 10%, 20% and 30%, as well as the studies of soil mechanics in the study area through SUCS and AASHTO classification, as well as determining the bearing capacity of the soil by adding wood ash with the ash - soil dosage subject of research.

The research methodology is applied, quantitative approach and experimental design, the process involves the collection of information, soil samples, ashes, laboratory tests, all with the help of technical sheets, formats, use of appropriate and calibrated instruments, as well as the testing period.

The field studies began with the collection of pit samples and the necessary physical-mechanical laboratory tests of the soil, the bearing capacity tests; Likewise, describe the stabilization design required as a result of the studies carried out.

Therefore, the present investigation gave results of stabilization of clay soils, adding wood ash from craft ovens on the Huaraz – Rataquenua road, the dosage of 20% wood ash is optimal, obtaining a DMS of 1.99gr/cm³ with respect to the natural soil, which shows a DMS of 1,940gr/cm³ for the natural soil, it has an IP. From 12.51% with the addition of optimal ash, it is reduced to one IP. From 9.60%, the natural soil has a CBR of 9.3% to 95% with the addition of wood ash it increases with CBR of 17.2% and optimal moisture content of 10%. It increases with respect to 6.8% of the OCH of natural soil

Keywords: stabilization of clay soils, transport

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo general la estabilización del suelo arcilloso, adicionando ceniza de madera de hornos de artesanía en la trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, adicionando ceniza de madera en la dosificación del 10%, 20% y 30% esta investigación se apoya en la utilización de cenizas de artesanías ubicadas en el Distrito de Taricá (Callejón de Huaylas).

La metodología de investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño experimental, el proceso implica la recolección de información, muestras de suelos y cenizas, pruebas de laboratorio, todo ello con la ayuda de fichas técnicas, formatos, empleo de instrumental adecuado y calibrado, así como el periodo de pruebas.

Los ensayos en laboratorio nos permitirán determinar las condiciones físicas – mecánicas necesarias del suelo, lo que nos permitirá clasificarlos de acuerdo a las normas técnicas de la geotecnia, así mismo la consistencia del mismo empleando los límites de Atterberg, los ensayos de capacidad portante; así mismo describir el diseño de estabilización requeridos como resultado de los estudios realizados, esto es, la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera.

1.1. Antecedentes y fundamentación científica

Antecedentes Internacionales

Según Karim (2020) publica en la *Revista científica de ingeniería y Tecnología*, Universidad de Diyala, Facultad de Ingeniería, Departamento de Transporte y Aeropuertos, Irak. Sobre la Influencia de la adición de cenizas volantes en el comportamiento del suelo arcilloso, tiene por objetivo general, el impacto de la adición de cenizas volantes en las propiedades geotécnicas del suelo arcilloso, para mejorar las características de

compresibilidad y resistencia. Fue una investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasi experimental. La muestra de suelo se recolectó en la localidad denominada Al – Nahrawan al este de Bagdad, la muestra de las cenizas volantes utilizadas se obtiene del sur de la central térmica de Bagdad, el muestreo fue, no probabilístico, los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos; bibliográficas. Los principales resultados obtenidos fueron los siguientes; a suelo natural se encontraron los siguientes resultados; densidad máxima seca 1.907gr/cm³, índice plástico 17.13% un CBR de 5.64%. Adicionando las cenizas volantes en una dosificación del 20% se obtuvo una densidad máxima seca de 1.326 gr/cm³, verificándose un decremento del 43.82% en su densidad máxima, el índice plástico muestra un 21.97%, incrementándose respecto del suelo natural, CBR de 36%, el incremento es notable respecto del suelo natural.

Conclusiones: el suelo estudiado corresponde a CL según USCS, para las mezclas blandas de suelo y cenizas, se observa de los resultados un incremento de límite plástico y límite líquido en torno a los valores (14.87% a 54.6%) y (17.3% a 21.97%), respectivamente.

De los resultados obtenidos el CBR se incrementó aproximadamente de 90.1% a 538.3% a medida que el porcentaje de cenizas volantes aumentó hasta un 20%, superior a esta proporción el BCR disminuyó.

Según Ahmed (2019), publica en la *Revista científica del Departamento de Tecnología, Universidad de Lahore, Pakistán*, la investigación referida a Características físicas y de resistencia del suelo blando estabilizado con cenizas volantes, tiene por objetivo general comprobar el efecto de dosis variables de cenizas volantes clase C, características de resistencia del suelo blando. Fue una investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasi experimental. La población de estudio fue la carretera ubicada cerca del distrito Sheikhupura, Pakistán el muestreo fue, no probabilístico, los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos; bibliográficas. Los principales resultados obtenidos

fueron los siguientes; a suelo natural se encontraron los siguientes resultados; densidad máxima 1.97gr/cm³, índice plástico 13.40% un CBR de 3%. Adicionando las cenizas volantes tipo C en una dosificación del 10% se obtuvo una densidad máxima seca de 1.73 gr/cm³, verificándose un decremento del 13.87% en su densidad máxima, el índice plástico muestra un 10%, disminuyendo notablemente respecto del terreno natural, CBR de 8.6%, el incremento es notable respecto del suelo natural, la adición de 10% de cenizas, aumentó el límite líquido del 31.6% al 35%.

Conclusiones; el suelo estudiado corresponde al grupo CL, según USCS, de las observaciones y resultados obtenidos en laboratorio se han observado que la adición de cenizas volantes al suelo redujo la plasticidad del suelo.

Debido al alto valor de CBR, es muy importante emplear una mezcla de suelo y cenizas volantes como subrasante lo que permite reducir las deformaciones en estas capas.

Antecedentes Nacionales

De acuerdo a Espino (2021), Desarrollada en la universidad peruana los Andes, Con la tesis “Adición de ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos y su aplicación a subrasante”, tiene por objetivo general; Determinar la influencia de la adición de ceniza de madera de fondo en la estabilización de suelos arcillosos aplicado a subrasantes en la Ciudad de Satipo. Fue una investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasi experimental. El muestreo fue no probabilístico, los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos; fichas de observaciones y resultados de los ensayos, bibliografía. Los principales resultados obtenidos fueron los siguientes; a suelo natural se encontraron los siguientes resultados; densidad máxima 1.614gr/cm³, índice plástico 17% un CBR de 5.37%, adicionando las cenizas de madera de fondo en una dosificación del 20% se obtuvo una densidad máxima seca de 1.525 gr/cm³, verificándose un decremento del 5.84% en su densidad, el índice plástico muestra un 10.3% disminuyendo

notablemente respecto del terreno natural, un CBR de 32.35% el incremento es notable respecto del suelo natural.

Conclusiones, el suelo estudiado se clasifica como del tipo CL, una arcilla limosa con alto contenido de plasticidad, con un 83% de material fino. En cuanto al contenido de humedad natural de un suelo arcilloso con adición de ceniza de madera de fondo, este se reduce en relación al incremento de ceniza, a su vez se puede observar que no siempre la adición en mayor proporción garantiza la reducción del índice de plasticidad.

Según la investigación realizada por Apolinarés (2019), desarrollada en la universidad peruana Los Andes, con la tesis “Estabilización de la subrasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja” tiene por objetivo general; Determinar los efectos en la estabilización de la subrasante al incorporar ceniza vegetal para la Av. Huarancayo, Jauja. Fue una investigación de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasi experimental. La población de estudio fueron todas las vías del barrio San Antonio, Provincia de Jauja y el muestreo es no probabilístico. Los instrumentos son ensayos de laboratorio y ficha de análisis de dosificación Subrasante – ceniza vegetal; los resultados obtenidos son; a suelo natural una densidad máxima 1.820 gr/cm³, índice plástico 12% un CBR de 16.70%, adicionando la ceniza vegetal en una dosificación del 35% se obtuvo una densidad máxima seca de 1.698 gr/cm³, verificándose un decremento del 7.18% en su densidad, el índice plástico muestra un 10.00%, disminuyendo notablemente respecto del terreno natural un CBR de 24.7%, el incremento es notable respecto del suelo natural.

Conclusiones; Se concluye que la muestra es un tipo de suelo de arena limosa con grava, también los elementos más sobresalientes de la ceniza vegetal son: el óxido de calcio 29.50%, óxido de silicio 26.30%, etc. Estos elementos tienen propiedades cementantes, pudiendo obtener altos porcentajes de CBR.

Antecedentes Locales

Según Hoyle y Rodríguez (2019), desarrollada en la universidad Cesar Vallejo en la investigación “Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019” tiene por objetivo general; Estabilizar el suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de musa paradisiaca y cenizas de hojas de eucalipto de los caseríos de Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Ancash. Fue una investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasi experimental. La población de estudio estuvo conformada por la trocha carrozable Canchas a Colcap, el muestreo fue, no probabilístico, los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos; bibliográficas. Los principales resultados obtenidos fueron los siguientes; a suelo natural se encontraron los siguientes resultados; densidad máxima 1.86gr/cm³, índice plástico 6.96% un CBR de 6.76%, con un óptimo contenido de humedad de 8.8% adicionando las cenizas de eucalipto en una dosificación del 10% se obtuvo una densidad máxima seca de 2.00 gr/cm³, verificándose un incremento del 7% en su densidad máxima, adicionando 10% de ceniza se obtiene un CBR de 11.24%, el incremento es notable respecto del suelo natural, el contenido de humedad óptima de 10.9%.

Conclusiones; Las componentes de las cenizas de hojas de eucalipto son el óxido de Calcio, óxido de magnesio, óxido de hierro y óxido de sílice, sumando un 47.34% considerando que estos elementos son cementantes. El grado óptimo de calcinación de hojas de eucalipto es de 450°C, determinado mediante la prueba de laboratorio ATD.

De acuerdo a los resultados obtenido se encuentra que al 10% de ceniza de eucalipto es el porcentaje más óptimo, con una humedad óptima de 10.9% y una densidad máxima de 2.00gr/cm³, a su vez se obtuvo un CBR de 11.24% incrementándose en 4.48%.

Según Bueno y Torre (2019), desarrollado en la universidad Cesar Vallejo, con la tesis “Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia” tienen como objetivo; Mejorar la estabilidad del suelo con cenizas de carbón en el barrio del Pinar, Distrito de Independencia – Huaraz. Fue una investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasi experimental. La población de estudio estuvo conformada por carretera tramo Pinar a Marian, la muestra de investigación fue tomada calicatas entre los km3+00 hasta km5+00, el muestreo fue, no probabilístico, los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos; bibliográficas. Los principales resultados obtenidos fueron los siguientes; al suelo natural se encontraron los siguientes resultados; densidad máxima 2.018 gr/cm³, índice plástico 11.1% el más crítico de las muestras, un CBR de 10.5%, adicionando las cenizas de carbón en una dosificación del 5% se observan valores óptimos para lo cual se obtuvo una densidad máxima seca de 2.10 gr/cm³, verificándose un incremento del 12.26% en su densidad máxima, el índice plástico muestra un 3.00%, disminuyendo notablemente respecto del terreno natural, CBR de 14.32%, el incremento es notable respecto del suelo natural que muestra 10.50%, se observa también que el contenido de humedad a terreno natural es de 11.62% con la adición de ceniza al 5% se obtiene 14.605%.

1.2. Justificación de la Investigación

Según Arias (2020), señala que, la justificación de la investigación debe realizarse en párrafos distintos, divididos por cada criterio de justificación, que hable exclusivamente de sus variables de estudio y/o una explicación de por qué la investigación es importante para el mundo, es decir un resumen de la revisión de la literatura y un resumen del diseño de la investigación.

La justificación teórica; permite cerrar brechas de conocimiento existente, que la investigación permite recoger información de investigaciones previas, de manera tal que esta información nos permita saber las características de los elementos en cuestión, así mismo encontramos elementos que requieren ser tomadas en cuenta en la investigación por ejemplo, la composición química de la ceniza de madera, en función de la temperatura, también el periodo de calcinación que nos permitan saber a priori si cumple con ciertas condiciones puzolánicas para ser adheridas al suelo arcilloso, a partir de este punto tendremos la posibilidad de continuar nuevas investigaciones con la ceniza de madera, siendo el elemento fundamental debido a que ésta constituye la variable independiente y será aplicada en la estabilización de suelos arcillosos.

La Justificación Práctica; Implica describir de qué manera los resultados de la investigación permitirán cambiar la realidad del ámbito de estudio, los resultados obtenidos luego de esta investigación servirán de aplicación práctica en la estabilización de suelos arcillosos para Rutas vecinales y trochas carrozables cuya estructura de suelo es arcilloso.

La justificación social; La investigación favorece demandas sociales, en este caso a los usuarios de la trocha carrozable, el presente trabajo de investigación contribuye a mejorar las condiciones del tránsito vehicular público, particular y peatonal de turistas y del vecindario, reduciendo considerablemente los riesgos propios en la vía consecuencia de las lluvias fundamentalmente, por lo que al emplear estos mecanismos de mejoramiento del suelo arcilloso resolvería el problema latente.

La justificación Metodológica; Debido a que la investigación implica también variables concordantes generando proponer estrategias innovadoras para la obtención y manejo de datos lo que implica hurgar y mejorar la investigación, la estabilización de suelos arcillosos se propone en base a investigaciones previas, la adición de ceniza de madera de hornos artesanales en las proporciones 110% 20% y 30% con respecto de la

muestra para el ensayo y finalmente determinar la proporción más adecuada para lograr una estabilidad en el suelo arcilloso; para este caso podría incluirse clima, altitud, humedad, contaminación etc., de los elementos (suelo natural/ ceniza).

La justificación científica, en los últimos años se ha avanzado mucho en la reutilización de las cenizas, ha obtenido un especial protagonismo por las grandes ventajas técnicas, mecánicas y medio ambiente, dada la tipología de suelo en la zona de intervención, la ceniza de madera de hornos de artesanía adicionadas a la subrasante a fin de mejorar las propiedades de plasticidad, compactación y resistencia, con el apoyo del estudio de la mecánica de suelos.

La Justificación económica, dadas las condiciones geográficas de la zona, implicaría estimular a la población y entidades dedicadas a temas de infraestructura vial el uso de este aditivo, disminuyendo así los costos de ejecución y logística, debido a que se cuenta con esta materia prima.

Problemática

Realidad problemática

Según Arias (2020) Para elaborar la descripción de la realidad problemática es necesario que el investigador sea capaz de observar, percibir dentro de un determinado contexto para decidir por la lectura presentado en la “situación actual” es decir se brinde un resumen historiográfico del tema a tratar, caracterizando al “objeto de conocimiento” partiendo de la generalidad hacia lo específico de consecuencia identificar situaciones futuras de tal manera que orienta el estudio prospectivamente. A continuación, amerita la explicación del problema, que delinearé los factores básicos del mismo, explicará su importancia y determinará la solución más inmediata.

Conceptualización y operacionalización de variables

Se han presentado serios problemas de desplazamiento en todo el mundo cuando estas han sido afectada por lluvias o filtraciones, sobre todo en aquellas cuya estructura de rasante y subrasante están constituidas por material arcilloso, Los vehículos que transitan por la zona a través de subrasantes débiles, superficies que se distorsionan formando grietas, surcos y baches inclusive severos, poniendo en peligro la vida de los viajeros. Se han hecho diversidad de pruebas para mitigar su naturaleza propensa a las erosiones, de compresibilidad y de expansión fundamentalmente en este tipo de suelos, no obstante, se han logrado grandes resultados, con el uso de diversos materiales, entre elementos fisicoquímicos y otros aditivos, pero que sin embargo se tiene otros elementos como la diversidad de cenizas que podrían cubrir ciertas brechas para mejorar o estabilizar suelos arcillosos.

El sector materia de investigación en la trocha carrozable Huaraz Rataquenua, posee estas características de suelo arcilloso en ciertos tramos. En función a lo descrito en el párrafo anterior, planteamos el siguiente problema de investigación.

Formulación del Problema:

Hernandez (2014), señala que para tal efecto es necesario fijar los límites temporales, espaciales, permitirá con exactitud señalar el área geográfica donde se realizarán los estudios. “el planteamiento del problema es el centro, el corazón de la investigación: dista o define los métodos”. De acuerdo a esta premisa, se formula el problema de la investigación.

¿La adición de la ceniza de madera de hornos de artesanía adicionada al suelo arcilloso, estabilizaría la trocha carrozable Huaraz - Rataquenua?

Conceptualización y operacionalización de variable.

Variable Independiente: Cenizas de madera de hornos de artesanías.

Según Tinaut (2022), La Ceniza de madera de fondo están formadas por partículas altamente porosas y textura rugosa, el tamaño de sus partículas es variable en función del tipo de horno, oscilando su tamaño entre 0-3 cm. Su densidad se encuentra en valor aproximado de 1.420 a 2.700 kg/m³, suelen presentar una capacidad de absorción de líquido de entre el 10 y el 46%, y su coeficiente de friabilidad se encuentra comprendido entre el 28 y 34%. La composición química es muy variable, es decir no puede predecirse con exactitud, dependiendo de las características de cada biocombustible, así como la variación de carga de la caldera, el punto de fusión de la ceniza está relacionada fundamentalmente con la cantidad de silicio (Si) y potasio (K) (cuando se incrementa la cantidad de Si, aumenta el punto de fusión, por el contrario, si se incrementa el contenido de K disminuye el punto de fusión). Los elementos más incisivos de las cenizas son: Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P, Ti. Existe una gran diferencia entre la composición química dentro de la variedad de cenizas, pues aquellas que provienen de maderas tiene carácter básico (alto contenido de Cal, CaO), la cal es un material aglomerante muy alcalino, otras que provienen de cereales tiene carácter ácido (alto contenido en sílice, SiO₂).

Según Wirdzelii (2021), menciona que la ceniza de madera es un residuo en polvo, sub producto de la combustión de madera, las cenizas de madera contienen distintas constituyentes, dependiendo de la madera y las partes de las plantas que se queman, por lo que la parte de la planta quemada influye en la calidad de la ceniza. (H.H. Karim, Z.W. Samueel & A.H. Jassem, 2019) La ceniza de madera también influye en las propiedades químicas del suelo, como el incremento de su catión efectivo, es decir la capacidad de intercambio y saturación alcalina reduciendo la concentración de aluminio, en general la ceniza es un material amorfo, caracterizado por

su alta composición de aluminosilicatos (Al-Si-Fe), por lo que liberan metales ionizados como el Al^{3+}/O^{2-} , y Fe^{3+} , se ha demostrado que estos compuestos metálicos desencadenan reacciones puzolánicas de manera que es bastante significativo determinar el pH de las cenizas de madera, estudios realizados con diferentes valores de pH de 3,5,7 y 9 la resistencia al corte para la arcilla no tratada en suelo se incrementaban con un valor pH de 9, consecuentemente los medios alcalinos como la ceniza de madera son buenos estabilizadores para materiales sueltos y suelos débiles así mismo también se confirmó que la ceniza de madera es una buena fuente de K, P, Mg, Ca.

Variable Dependiente: Estabilización de suelos Arcillosos.

Según el Manual del (MTC, 2014) , la estabilización de suelos es el proceso al cual se ven sometidos los suelos naturales arcillosos para mejorar sus cualidades: aumentar su resistencia, reducir su plasticidad, facilitar los trabajos de construcción o aumentar su estabilidad reduciendo problemas en estructuras y pavimentos. Cap. IX.

Muñoz, Rodriguez y Chirinos (2021). La estabilización de suelos es un conjunto de procesos que se encarga de mejorar las propiedades físico, mecánicas y químicas por lo que adicionar un producto químico o aplicar un tratamiento físico modifica sus características, corrigiendo la deficiencia para darle una mejor consistencia y disminuir la plasticidad del terreno.

Enfoques Conceptuales

Variable Independiente: cenizas de madera de hornos de artesanías

Según el Manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014) . La dosificación depende del tipo de arcilla, las cenizas de madera son subproducto de la calcinación que contiene características puzolánicas por tanto la adición de ceniza, debe mejorar la estabilización, sin llegar a condiciones de rigidez similares a morteros hidráulicos.

De acuerdo con la revista científica (ALCONPAT, 2021) La ceniza es un residuo que proviene de la combustión de madera de árboles u otros materiales, en su composición predomina el calcio, potasio, fósforo, silicio, magnesio y hierro, también se componen de óxidos, hidróxidos y carbonatos; durante el proceso de combustión se produce una transformación físico química, en este proceso se descompone generando la ceniza propiamente dicha y otros elementos minerales que son volátiles se “escapan” en forma de humo, también se señala que la ceniza es el último estado de la combustión de la biomasa, durante la combustión a mayor temperatura y tiempo, más solubles son los minerales, de consecuencia entre más blanca sea la ceniza, los minerales serán más solubles.

Variable Dependiente: Estabilización de suelos arcillosos.

Según el Manual del ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC (2014), La estabilización de suelos requieren estudios previos detallados así como los ensayos de laboratorio para su dosificación, según definen los autores es el proceso por el cual se alteran las propiedades del suelo para mejorar las características físicas por medio de procedimientos mecánicos o la adición de aditivos químicos, las propiedades más usuales de alteración son la densidad, plasticidad, contenido de humedad y la resistencia, por lo general se realizan en los suelos de subrasante, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado.

Según Onyelowe , Onyia, Van, & Baykara (2021) , Es necesario identificar el mineral predominante presente en el suelo arcilloso materia de estudio para su mejora, para ello estará sujeta a la aplicación del método de fluorescencia de rayos x (XRF), estos minerales también determinan la interacción entre la arcilla y la humedad.

Definición de suelos arcillosos.

Los suelos arcillosos son rocas de diversa naturaleza y origen, en el cual se presentan una diversidad de minerales, también se encuentran compuestos no arcillosos, las arcillas comprenden granos finos, con partículas menores a un diámetro de 0.002mm y no mucha materia orgánica, con alta capacidad de retener o almacenar agua, considerándose uno de los suelos más pesados, muy pegajoso, contiene poco aire.

Los suelos arcillosos blandos son depósitos aluviales formados a lo largo de los últimos 10,000 años, resultado de la erosión y meteorización en reacción con el agua forman minerales arcillosos como caolinitas y esmectitas.

Características físicas

El suelo arcilloso tiene partículas muy pequeñas con minúsculos espacios de poros o microporos debido a lo cual el suelo absorbe y retiene más agua, de consecuencia genera una baja resistencia al corte y alta compresibilidad.

Los suelos arcillosos presentan alta subsidencia, baja densidad, permeabilidad, resistencia al cizallamiento, etc.

Tipos de suelos arcillosos. 1:1, 1:2 Y 2:2

Se agrupan en función de su disposición estructural que presentan sus tetraedros y octaedros. En función de esta estructura se tienen las arcillas de relación 1:1 y 2:1 (expandibles y no expandibles) ya las arcillas 2:2 Clorita.

Las arcillas 1:1 (grupo caolinita) que presenta una capa de tetraedros, (Si) unida a una capa de octaedros (Al), la unión de miles de veces de estas estructuras genera una red oxígeno – hidroxilada, como consecuencia de esta estructura se produce una fuerte atracción entre las unidades contiguas evitando la penetración de otros tipos de iones, de consecuencia la estructura de las arcillas se hace más compactas. Presenta la siguiente fórmula $(Al_4Si_4O_{10}(OH)_8)$ La lámina 1:1 posee un espesor de 7 Armstrong.

Las arcillas 2:1 (grupo illita) Son arcillas expandibles, conformada por una capa de octaedros comprendida dos láminas de tetraedros compartiendo algunos átomos de oxígeno uniéndose entre sí, a través de los cationes como Ca^{++} , NH_4^+ , las capas de tetraedros y octaedros se acoplan generando láminas repetitivas generando una estructura cristalina, de las láminas poseen un espesor de 9 Armstrong. El enlace es más débil que aquella generada por la caolinita, sus partículas son más pequeñas y delgadas.

Las arcillas 2:2 (grupo clorita), es un mineral inter estratificado, compuesto por dos capas de octaedros (no iguales) y dos capas de tetraedros, que se unen a una capa de hidróxidos, SiO_4 , que se retiene por atracción electrostática, presenta la siguiente fórmula unitaria: $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$ silicatos laminares.

Propiedades de suelos arcillosos

Las propiedades físico-químicas del suelo arcilloso dependen de su composición mineralógica, particularmente del tipo de arcilla predominante, lo que tendrá importancia en la capacidad de intercambio catiónico, porosidad, retención de humedad, tipo de estructura regular o irregular

Lo diminuto de sus partículas dificulta la circulación del agua y aire en la matriz del suelo, conllevando al estancamiento del agua superficialmente, puesto que la infiltración no ocurre.

La capacidad de intercambio catiónico es debido a las cargas eléctricas negativas que poseen las arcillas del suelo, dependiendo de su pH, para las arcillas expansivas de relación 2:1, la carga es constante a cualquier valor de pH.

- Granulometría

Según PUCP (2018 - 1), el análisis granulométrico de un suelo MTC E107, consiste en disgregar y clasificar por tamaños los granos que lo constituyen; así mismo, conocer la proporción de las partículas del agregado

permite clasificarlas de acuerdo a su tamaño, mientras que para los suelos finos MTC E109 tendremos el análisis granulométrico por medio del hidrómetro.

Tabla 1

Estabilización de suelos

Tamaño de Material		Tamaño de Partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm Arena Media: 2.00 mm – 0.425 mm Arena Fina: 0.425 – 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC (2014)

Según Galindo S. (2020), el análisis granulométrico es una distribución de tamaños de los elementos granulados que componen la muestra, del cual es posible inferir la distribución granulométrica, esta distribución se expresa como una función continua, la relación

$$\% = f(\text{tamaños})$$

- Plasticidad.

Según Galindo S. (2023), la plasticidad es la capacidad de ser deformado sin ruptura durante la aplicación de una fuerza externa, se relaciona con diferentes características de las arcillas, ello implica el tamaño, la cantidad, tipo de minerales, la capacidad de ionización, etc. De tal manera que, a menor tamaño de partícula, mayor es la plasticidad aportada:

La relación orden proporcional: montmorillonita >> illita > caolinita, también se presenta una relación directa entre plasticidad y resistencia mecánica en seco, esto es que, a mayor plasticidad del suelo arcilloso, mayor es su resistencia mecánica en seco.

Límites de Atterberg

De acuerdo al ASTM D 4318, se sustenta en el concepto de caracterizar el comportamiento de los suelos finos, se encuentran en distintos estados de consistencia, esto dependiendo de la humedad, los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado a otro son los denominados límites de Atterberg, en el caso del suelo arcilloso al humedecerlo, pasa del estado sólido al estado plástico y finalmente al estado líquido; de acuerdo a la norma ASTM D 4318, para el cual tendremos las combinaciones: 90% (suelo) con 10% (ceniza de madera); 80% (suelo) con 20% (ceniza de madera); 70% (suelo) con 30% (ceniza de madera).

- **Límite líquido;** Es la máxima cantidad de agua que se requiere la arcilla para moldear la pasta, cuando el suelo pasa de estado plástico a un estado líquido el material se convierte en una barbotina viscosa, para lo cual se utiliza la copa de Casagrande.
- **Límite plástico;** Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico, se considera como el más bajo en contenido de humedad, mínima cantidad de agua para poder moldear la pasta arcillosa.

- **Índice de Plasticidad;** Es la diferencia de porcentajes entre el límite líquido y límite plástico, entre los cuales el material es moldeable.

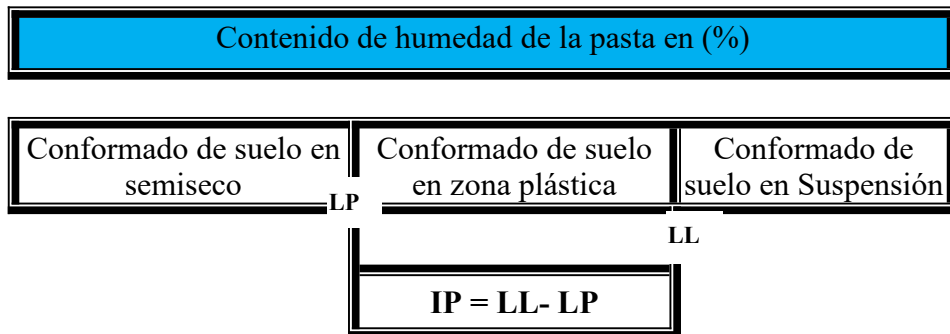
Estos valores son potenciales indicadores de problemas de suelos expansivos, de otro lado son utilizados en las especificaciones de materiales de base y subbase, con la intención de parametrizar el contenido de finos y plásticos.

Los ensayos de límite líquido y límite plástico son requeridos para determinar el tipo de suelo de acuerdo con el sistema de clasificación AASHTO.

Parámetros señalados según Atterberg, indican que para el caso de que el IP es cero, implica que el suelo no es plástico, si el valor es menor a 7, significa que el suelo es de plasticidad es baja, si los valores que se muestran están comprendidos entre 7 y 17, el suelo sería de mediana plasticidad y si por el contrario el IP supera los 17, entonces el suelo es altamente plástico.

Figura 1

Clasificación de suelos según USCS



Fuente: Creación propia

Tabla 2*Sistema de Clasificación de Suelos.*

CBR	Calificación	uso	SUCS	AASHTO
00 – 20	Muy pobre a Regular	Subrasante	CH, MH CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A5, A6, A7
20 – 50	Bueno	Base – subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	Excelente	base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

*Fuente: Correlación del CBR. Araujo Navarro (2014)***Sub rasante**

Según el MTC (2015) Es la superficie terminada de la carretera a nivel del movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado, siendo éste, el principal apoyo entre el terreno natural y la carpeta de rodadura. Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60m, deben ser suelos adecuados y estables con un $CBR \geq 6\%$, caso contrario se estudiarán alternativas de solución, como la estabilización mecánica y/o química, eligiendo la más conveniente técnica y económica. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca, obtenida del ensayo del Proctor modificado.

Afirmado

Consiste en una capa compactada de material granular de gradación específica y/o procesada, que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe contener las proporciones de material fino cohesivo para permitir se mantengan aglutinadas las partículas. Sirve como material de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas.

Compactación.

Es el Proceso Mecánico de rigurosa densificación ejercida sobre el suelo para mejorar la resistencia del mismo, minimizando la relación de vacíos encontrados. En el suelo, el volumen de aire debe de reducirse, manteniéndose el volumen de agua.

- Optimo Contenido de Humedad

Según la revista (Consulting, ABC Geotechnical, 2022) :, La determinación de la humedad del suelo, se refiere a la cantidad de agua contenida en una muestra en términos de su peso seco. El contenido de agua presente en el suelo, con la cantidad de aire, representa una de las características más relevantes para explicar el comportamiento de este, también es importante mencionar que se determina el peso del agua extraída, empleando el suelo húmedo a peso constante en un horno controlado a $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Donde:

W: Es el contenido de humedad expresado en porcentaje (%)

Ww: es el peso del agua presente en la masa de suelos.

Ws: es el peso de partículas sólidas.

- Máxima Densidad Seca

Compactación tipo Proctor (ASTM D1557);

Según PUCP (2018 - 1), el ensayo de compactación tipo Proctor (tanto Estándar como Modificado), es posible su aplicación en aquellos suelos que tienen \leq al 30% (en peso) de partículas retenidas en la malla de $\frac{3}{4}$ " (19mm). Así mismo también para determinar la relación entre la densidad seca y contenido de humedad de compactación de los materiales, durante el ensayo se varía la humedad, hasta obtener aquella denominada óptima, lo que implica obtener la mayor densidad que alcanza la compactación, en esas condiciones de humedad concreta. En este ensayo se utiliza un pisón, la

energía que se aplica en la muestra es el producto del número de capas a ser compactadas en el cilindro de molde, la cantidad de golpes aplicados por capa, el peso del pisón y la altura de caída de la misma, luego dividir ese número entre el volumen del cilindro.

Resistencia

- Capacidad Portante

California Bearing Ratio (C.B.R.)

Este ensayo permite obtener la resistencia al corte potencial de una muestra que conformarán la sub rasante o las capas granulares, es decir se realiza para determinar la curva de deformación del suelo, así como también encontrar valores constantes en todo el tramo de la carretera proyectada. La prueba se efectúa sobre las muestras en campo y/o laboratorio, en modo que las condiciones de humedad y densidad sean controladas, con la finalidad de obtener la capacidad portante de los suelos lo señala en Ministerio de Transportes y Comunicaciones de (MTC, 2014).

El CBR. Es un parámetro importante utilizado para evaluar la capacidad de soporte del suelo subyacente, se trata de una medida de resistencia del suelo a la penetración de la carga expresada como un porcentaje de la carga necesaria para penetrar en el suelo en cuestión, en comparación con la carga necesaria para penetrar en un suelo estándar californiano. Araujo (2014)

Definición conceptual: Un concepto se refiere a una idea o una abstracción general que representa una categoría o una noción. Es una unidad básica de pensamiento que nos permite entender y clasificar el mundo que nos rodea.

Variable Independiente: Ceniza de madera de hornos de artesanías

Según MTC (2014). La dosificación depende del tipo de arcilla, las cenizas de madera son subproducto de la calcinación que contiene características puzolánicas por tanto la adición de ceniza, debe mejorar la estabilización, sin llegar a condiciones de rigidez similares a morteros hidráulicos.

Variable dependiente: Estabilización de suelos arcillosos

Según MTC (2016), La estabilización de suelos según definen los autores es el mejoramiento de las características físicas por medio de procedimientos mecánicos o la adición de productos químicos, por lo general se realizan en los suelos de subrasante, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado.

Tabla 3

En la Norma Técnica CE 020 Estabilización de suelos y taludes

TIPO DE SUELO	ARCILLAS FINAS	ARCILLAS GRUESAS	LIMOS FINOS	LIMOS GRUESOS	ARENAS FINAS	ARENAS GRUESAS
Tamaño de Partícula (mm)	< 0,0006	0,0006-0,002	0,002- 0,01	0,01– 0,06	0.06– 0,4	0,4 – 2,0
Estabilidad Volumétrica	Muy podre	Regular	Regular	Bueno	Muy bueno	Muy bueno

. Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento

Definición operacional: Según Arias (2021) Se precisa la forma de cómo se va a medir la variable, es decir el proceso de recolección de datos, categorizar, separación y análisis de las variables en sus componentes que permiten medirla.

Para nuestro caso se ha utilizado una tabla conformada por siete filas y seis columnas, tal como se muestra en el anexo.

Variable Independiente: Ceniza de madera de hornos de artesanías

La ceniza de madera de hornos de artesanía reemplazada en forma proporcional al terreno natural (TN) en diferentes dosificaciones del

material. en peso de la muestra de suelo, con el objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados.

Variable dependiente: Estabilización de suelos arcillosos

En la presente investigación se mezclan la ceniza con la muestra del terreno natural en las proporciones del 10, 20 y 30% de ceniza para que mejore las propiedades físico-mecánicas de los suelos estabilizados, los cuales serán sujetos a ensayos de laboratorio para finalmente los resultados obtenidos sean procesados en formatos y fichas técnicas, según el MTC y el ASTM.

Hipótesis

Al adicionar la ceniza de madera con 10%, 20% y 30%, mejoraría la capacidad de soporte del suelo.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la estabilización de suelo arcilloso adicionando ceniza de madera de hornos de artesanía en la trocha carrozable Huaraz – Rataquenua - Ancash

Objetivos específicos

- a) Determinar la temperatura de calcinación mediante el ensayo ADT de la ceniza de madera.
- b) Determinar la composición química, mediante el ensayo de fluorescencia (EFRx) de la ceniza de madera.
- c) Determinar el PH de la ceniza de madera.
- d) Determinar la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad mediante el ensayo del Proctor modificado.
- e) Determinar la resistencia del suelo mediante el ensayo de CBR, patrón y experimental al 10, 20 y 30%

2. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según su finalidad:

La investigación a desarrollarse es de **tipo aplicada**, por cuanto se generan nuevos conocimientos válidos, dirigida fundamentalmente a un objetivo o propósito práctico específico, desarrolla ideas y las convierte en algo operativo, busca la aplicación o utilización de conocimientos, con el propósito de sistematizarlos para satisfacer necesidades concretas, generando una solución a los problemas sociales o productivos Ñaupas y otros (2018).

Tomado como base el enunciado anterior, el trabajo de investigación en curso es de tipo aplicada, tiene como objetivo la aplicación sistemática de conocimientos y teorías previa, y pretende dar una respuesta resolutive a la realidad problemática que se suscita en la zona que se interviene, es decir resolver los inconvenientes en la ruta vecinal Huaraz Rataquenua.

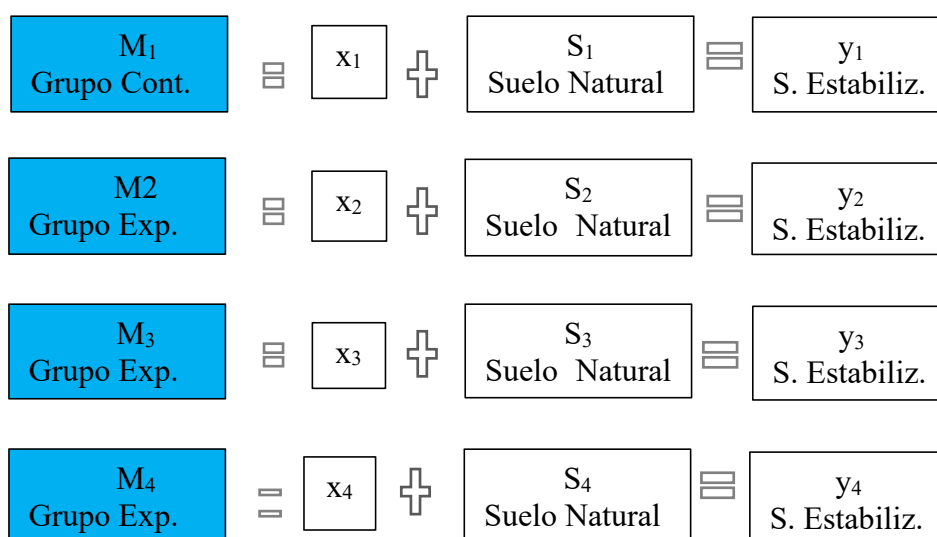
Enfoque de investigación

La presente investigación tiene el enfoque **cuantitativo**, debido a que la investigación es de tipo aplicada, ello implica el uso de métodos y técnicas cuantitativas, esta cuantificación implica que tiene que ver con la medición, uso de magnitudes, la observación, recolección y análisis de datos que permita generar modelamientos, para luego realizar una contrastación con la hipótesis, los cálculos numéricos obtenidos de los ensayos en laboratorio nos permitirán probar la afirmación o negación de la hipótesis Ñaupas y otros (2018) ,. Para el presente trabajo de investigación el enfoque resulta ser cuantitativo, se recolecta la muestra en campo, se proceden a realizar los procesos de dosificación de los

elementos correspondientes (ceniza de madera y suelo natural) que finalmente nos permitirá verificar las hipótesis formuladas.

El diseño de la investigación

El diseño de investigación es experimental, y nivel de investigación cuasi experimental “es el método o técnica de investigación más refinado para recabar datos y verificar hipótesis”, debido a que es necesario un plan debidamente estructurado, en el que se determina qué variables van a ser estudiadas, cómo deben ser manipuladas, controladas, observadas y medidas, de carácter flexible, si como la investigación implica recabar datos y verificar hipótesis, las técnicas estadísticas en el control de variables, la medición de las diferencias estadísticas de los resultados y observación de los mismos, son características de la investigación. Ñaupas y otros (2018), En base a la definición sustentada en el párrafo anterior, la presente investigación es de tipo experimental, de nivel cuasi experimental, debido a que es un procedimiento en el cual los porcentajes de incorporación de cenizas de madera son manipulables y la combinación con el suelo, para luego observar los efectos que genera en la variable dependiente.



Donde:

- Mi: Grupo Constituido por Ceniza y Suelo Natural.
- Xi: Variable Independiente (adición de ceniza en 10%; 20% y 30%)
- Si: Suelo Natural (en proporción del 90%; 80% y 70%)
- Yi: Variable dependiente (Suelo arcillosos estabilizado)

Unidad Experimental

Tabla 4

Mezcla homogénea de suelo arcilloso con ceniza de madera

GRUPOS	PROPORCIONES
M1: GRUPO DE CONTROL	00% DE CM y 100% DE SUELO (A)
M2: GRUPO EXPERIMENTAL	10% DE CM y 90% DE SUELO (A)
M3: GRUPO EXPERIMENTAL	20% DE CM y 80% DE SUELO (A)
M4: GRUPO EXPERIMENTAL	30% DE CM y 70% DE SUELO (A)

Fuente: Elaboración propia

Población y Muestra

Población

La población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formará el referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados. (ARIAS, VILLASIS, & MIRANDA, 2018, págs. 202- 203) . Para el presente trabajo de investigación estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de hornos de artesanía en la trocha carrozable Huaraz – Rataquenua, región Ancash, cumple con las características que definen la población, puesto que el tramo es definido, limitado y accesible, por lo que la vía en estudio viene a ser la población seleccionada para el estudio.

De consecuencia la población correspondiente a este proyecto de investigación estuvo conformada por los suelos arcillosos existentes en la trocha carrozable del tramo Huaraz a Rataquenua, cuya ubicación geográfica se muestra en la figura.

Lugar : Huaraz – Rataquenua

Provincia : Huaraz

Departamento : Ancash

Longitud : 2.55 km



Figura N°02: Mapa Político del Perú

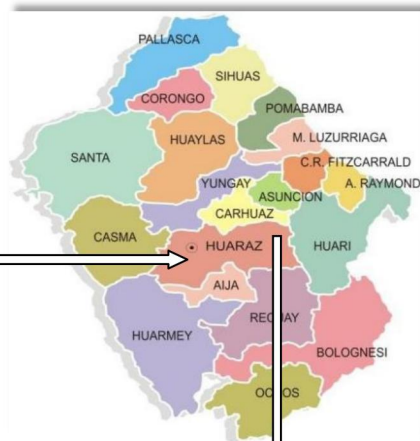


Figura N°03: Mapa Político del departamento de Ancash



Figura N°05: Mapa de la trocha carrozable en el Distrito de Huaraz



Figura N°04: Mapa Político del Distrito de Huaraz

La Provincia de Huaraz presenta las siguientes coordenadas geográficas:
Latitud sur 9°32'00''S y 77°32'00'' longitud oeste, con una altitud de 3,100 m.s.n.m.

Limites:

Norte : Con el Distrito de Independencia

Sur : Con El distrito de Olleros

Este : Con la Provincia de Huari

Oeste : Con el distrito de la Libertad

Clima:

Es templado de montaña tropical en el día y frío en las noches, con temperaturas medias anuales entre 11 – 17°C y máximas absolutas que superan los 21°C. Las precipitaciones están comprendidas entre 500 mm y 1000 mm durante el periodo de lluvias comprendida entre diciembre a marzo.

Muestra

En toda investigación siempre debe determinarse el número específico de participantes o un orden reducido de elementos o datos que sea representativo el cual será necesario incluir a fin de lograr los objetivos planteados desde un principio. Este número se conoce como tamaño de muestra, que se estima o calcula mediante fórmulas matemáticas o paquetes estadísticos. Este cálculo es diferente para cada investigación y depende, entre otras cosas, de su diseño, hipótesis planteadas, número de grupos a estudiar, y de la escala de medición de las variables. (ARIAS, VILLASIS, & MIRANDA, 2018, pág. 206), para nuestro caso la muestra se toma en las progresivas 0+200 de la trocha carrozable Huaraz-Rataquenua para recolectar la muestra de suelo para ser medidos o

analizados, es decir, son los objetos de estudio añadiendo la ceniza de madera.

Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas

Es un conjunto de normas, procedimientos concretos orientados a desarrollar y explicar un plan detallado para recopilar la información necesaria, o que implica métodos de recolección de valores, pruebas de laboratorio, análisis de datos e interpretación de resultados. (ARIAS & otros, 2022) Para esta investigación se emplea la **observación directa**, lo que permite visualizar cada ensayo, registrar todos los resultados de manera sistemática, información que recolecta el mismo investigador.

Instrumentos de recolección de datos

Resulta ser el soporte necesario que sostiene a las técnicas, entre ellas fichas, formatos, que son utilizados para adquirir y guardar la información. ROMERO & otros (2021). Para nuestro caso de investigación el instrumento de recolección de datos son los experimentos realizados en laboratorio para apoyar y/o rechazar la premisa, almacenamiento de la información fácilmente cuantificables que nos permita identificar la significancia estadística.

La cual se apoyará en una guía de observación para los ensayos de:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Límites de consistencia
- Proctor modificado
- Capacidad de carga C.B.R.
- Análisis Diferencial Térmico de la ceniza (ADT)
- Fluorescencia de la ceniza (EFRx)
- Ph de la ceniza de madera

Validez y confiabilidad.

La validez de un instrumento consiste en la autenticidad de algunos procedimientos a emplear, incluyendo los datos de laboratorio

La Confiabilidad cuando tiene un alto grado de validez, es decir cuando no se tiene sesgos, se calcula y evalúa para todo el instrumento o instrumentos de medición utilizados, es decir los formatos estandarizados.

Para esta investigación se han utilizado normas técnicas peruanas e internacionales, tales como ASTM, MTC Y AASHTO de consecuencia no es necesario la validación por juicio de especialista.

Procesamiento y análisis de la información

Procesos:

El presente trabajo se inicia con la recolección de ceniza de madera, calcinados en hornos de artesanías, para posteriormente ser llevados al laboratorio y pasen los tamices respectivos, además de ser analizada en un analizador térmico (ATD) es decir la temperatura de calcinación y obtener la composición química, de igual manera se transporta la muestra de suelo seleccionado de la calicata, se procede con la realización de los testigos.

La realización de la muestra por peso de ceniza y suelo seleccionado serán medidos mediante formatos estandarizados usados en laboratorio para ensayos de material de cantera y suelos.

Realización de ensayos

Características físicas:

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107 -ASTM D422)

Contenido de humedad (MTC E 108- ASTM D2216)

Límites de Atterberg.

- Límite líquido (MTC E 110–ASTM D4318)
- Límite plástico (MTC E 111-ASTM D4318)
- Índice de plasticidad (MTC E 111-ASTM D4318)

Clasificación de suelos método SUCS (ASTM D-2487)

Clasificación de suelos método AASHTO (ASTM D-3282)

Características mecánicas:

Proctor Modificado	(MTC E 115-ASTM D1557)
California Bearing Ratio	C.B.R. (MTC E 132–ASTM D1883)

Método de análisis de datos:

En la investigación científica, el análisis de datos implica cómo analizar estos datos y qué herramientas de análisis estadísticos son necesarias al propósito de la investigación, para lo cual se tendrán en cuenta los niveles de medición de las variables, la hipótesis formulada y naturalmente el diseño de investigación para corroborarla. De esta forma, el concepto de método se refiere a todo un complejo proceso de planificación, que, aunque incluye a las técnicas de investigación, va mucho más allá de ellas. Así, como advierte Barrantes (2019), “aunque las técnicas forman parte del método, puede decirse que todo método incluye técnicas, mientras que no hay técnica que incluya como parte integrante a un método”.

Procesamiento y Análisis de Software

Se analizarán los datos que obtuvimos, y así poder ser interpretado para asimismo ejecutar el cumplimiento de los objetivos específicos, usando programas especializados.

En referencia al estudio de estabilización de suelos arcillosos se utilizó la herramienta office: Microsoft Excel. Cuyos resultados obtenidos en laboratorio se presenta mediante gráficos de barras o histogramas, gráfico de línea y gráficos de dispersión. Finalmente se realiza la prueba de hipótesis para la validación de la investigación.

3. RESULTADOS

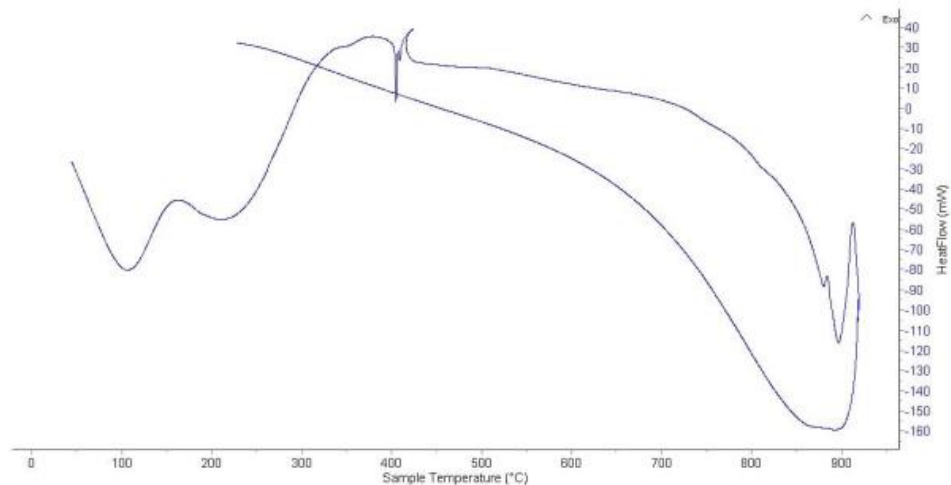
Objetivo:

- a. Determinar la temperatura de calcinación mediante el ensayo ADT de la ceniza de madera.

Para el análisis térmico, se han utilizado los métodos ATD

Figura 6

Curva Calorimétrica (calor adera Curva calorimétrica ATD)



Fuente: Laboratorio de Polímeros -UNT

Interpretación de Gráfico:

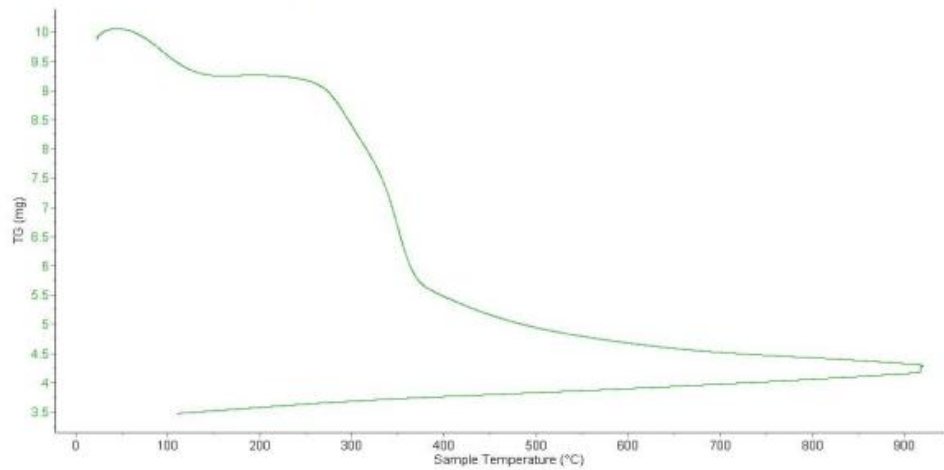
Considerando el gráfico el ATD, la curva muestra picos endotérmicos a baja temperatura, de modo aproximado entre 100°C y 210°C, otras a mayor temperatura, también se muestra un ligero pico de absorción térmica exotérmico a 400°C y 890°C. que son temperaturas de cambio estructural y de las propiedades del material.

Curva de Pérdida de Masa -TGA

Figura 7

Curva de pérdida de masa – Análisis Termo gravimétrico de las cenizas de madera

I- Curva de Análisis Termogravimétrico TGA.



Fuente: Laboratorio de Polímeros -UNT

Interpretación de Gráfico:

Considerando el gráfico termo gravimétrico, la curva muestra un descenso de la masa entre 80°C y 120°C, manteniéndose constante entre 150°C y 220°C, luego se evidencia una caída vertiginosa en la pérdida de masa comprendida entre 270°C y 350°C, se observa también que en los otros tramos se presentó un ritmo de pérdida más lenta de la masa, el material llega a perder aproximadamente un 56% de su masa inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.

- b. Determinar la composición química, mediante el ensayo de fluorescencia (EFRx) de la ceniza de madera.

Tabla N° 05:

PARAMETRO	RESULTADOS (%)	METODO DE REFERENCIA
Óxido de calcio, CaO	58.430	
Óxido de magnesio, MgO	10.706	
Óxido de silicio, SiO ₂	7.469	
Óxido de potasio, K ₂ O	5.314	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	4.158	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	3.465	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.431	
Cloro, Cl	3.085	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Óxido de azufre, SO ₃	2.109	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.933	
Óxido de estroncio, SrO	0.429	
Óxido de zinc, ZnO	0.213	
Óxido de manganeso, MnO	0.150	
Óxido de vanadio, V ₂ O ₅	0.035	
Bromo, Br	0.028	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.027	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.018	

Composición química de la ceniza de madera expresados en óxidos

Fuente: Laboratorios LABICER. Universidad Nacional de Ingeniería.

Interpretación de la tabla: Para el ensayo de fluorescencia de rayos “x” se puede determinar el porcentaje de los componentes óxidos de la muestra de ceniza de madera, los resultados determinaron los porcentajes de óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO), óxido de Silicio (SiO₂), óxido de hierro (Fe₂O₃), elementos cementantes, contiene un 80.036% de elementos que contribuyen con la estabilización del suelo.

Tabla 6*Composición química Elemental de la ceniza de madera*

PARAMETROS	RESULTADO	METODO DE REFERENCIAS
Calcio, Ca	61.908	
Magnesio, Mg	9.571	
Potasio, K	6.540	
Silicio, Si	5.176	
Cloro, Cl	4.573	
Hierro, Fe	3.558	
Aluminio, Al	3.262	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva
Fosforo, P	2.242	
Azufre, S	1.252	
Titanio, Ti	0.829	
Estroncio, Sr	0.538	
Zinc, Zn	0.254	
Manganeso, Mn	0.172	
Bromo, Br	0.042	
Zirconio, Zr	0.03	
Vanadio, V	0.029	
Rubidio, Rb	0.024	

Fuente: Laboratorios LABICER. Universidad Nacional de Ingeniería.

Interpretación de la tabla: Para el ensayo de fluorescencia de rayos “x” de energía dispersiva se puede determinar el porcentaje de los componentes químicos elemental de la muestra de ceniza de madera, los resultados determinaron los porcentajes de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), Silicio (SiO₂), hierro (Fe), elementos cementantes, contiene un 91.326% de elementos que contribuyen con la estabilización del suelo.

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO ARCILLOSO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Plasticidad del Suelo

TABLA 7

Límites de Plasticidad (Ensayo de Atterberg)

Calicata C- 1	Patrón SN	Experimental		
		CM al 10%	CM al 20%	CM. al 30%
L.L.	23.60%	24.12%	22.90%	29.20%
L.P	10.74%	13.46%	13.30%	21.12%
IP	12.51%	10.66%	9.60%	8.08%

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 8

Clasificación del suelo natural según AASHTO – SUCS

CALICATA	CLASIFICACIÓN	CLASIFICACION
	AASHTO	SUCS
CALICATA 01	A- 6	SC

Fuente: Elaboración propia

TABLA 9

Contenido de humedad de la muestra patrón

CONTENIDO DE HUMEDAD	CALICATA
PORCENTAJE (%)	2.32

Fuente: Elaboración propia

c. Determinar el Ph de la ceniza de madera

DETERMINACIÓN DEL PH DE LA CENIZA DE MADERA

TABLA 10

PH en la dosificación de ceniza en arcilla

Código de Muestra	Cantidad de Muestra Ensayada	Ph
CM 100	1 g	6.1
SN90CM10	1 g	8.7
SN80CM20	1 g	9.1
SN70CM30	1 g	9.5

Fuente: Laboratorio de Polímeros UNT.

Interpretación de la tabla: Según el análisis de Ph, se muestra que el polvo de madera (CM100) tiene un carácter ligeramente ácido al poseer un valor de 6.1. Por otro lado, las muestras que corresponden a mezclas de suelo natural con ceniza de madera tienen un carácter ligeramente alcalino siendo mayor la alcalinidad cuanto mayor cantidad de ceniza de madera contenga, finalmente la muestra con 100% de ceniza de madera SN70CM30 muestra una alcalinidad mayor llegando hasta un valor de pH de 9.5.

Es importante señalar que, al incrementar el pH del suelo, se liberan sílice y alúmina de la arcilla que reaccionan con los iones de calcio, formando silicatos y aluminatos cálcicos hidratados, incrementando la resistencia mecánica. El porcentaje recomendable que genera reacciones puzolánicas a largo periodo oscilan entre 3 y 8%.

d. Determinar la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad mediante el ensayo del Proctor modificado.

DETERMINACION DEL CBR DE LA MUESTRA PATRON Y EXPERIMENTAL

PROCTOR MODIFICADO PATRON

NORMA AST D-1557/MTC E 115

Tabla 11

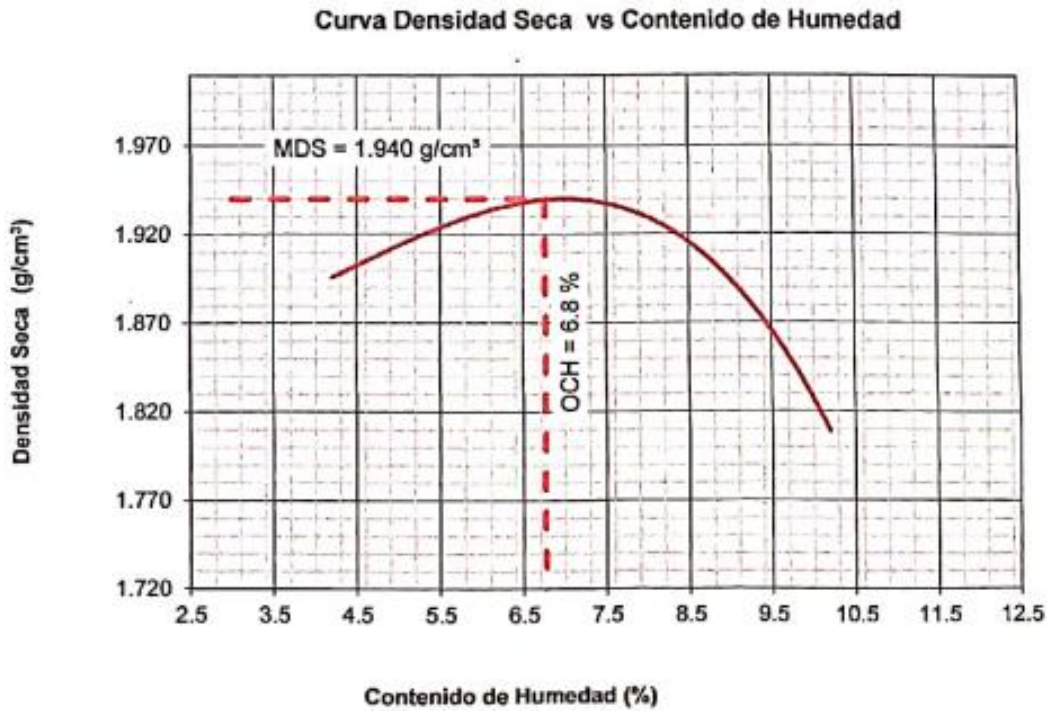
Dato para el cálculo de Proctor Patrón (C-1)

Método Compactación	“C”	Número	de	56
		Golpes		
Energía de compactación Estándar		27.7Kg.cm/cm3		
1. Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	7185.0	7365.0	7413.0	7226.0
2. Peso del molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0
3. Peso Suelo Húmedo (g)	4495.0	4675.0	4723.0	4536.0
4. Volumen del Molde	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
5. Densidad Suelo Húmedo (g/cm3)	1.976	2.055	2.076	2275.0
6. Tarro N°	01	01	02	03
7. Peso Suelo Húmedo + tarro (g)	435.6	525.0	447.0	652.0
8. Peso Suelo Seco + tarro (g)	419.8	496.8	414.7	598.3
9. Peso del agua (g)	15.8	28.2	32.3	53.7
10. Peso del tarro (g)	41.2	40.0	40.0	70.0
11. Peso Suelo Seco (g)	378.6	456.8	374.7	528.3
12. Contenido de Humedad (%)	4.2	6.2	8.6	10.2
13. Densidad del Suelo Seco (g/cm3)	1.896	1.935	1.912	1.809

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - USP

Figura 8

Curva densidad Seca VS Contenido de Humedad, Proctor Patrón (C-1)



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales USP.

PROCTOR MODIFICADO – EXPERIMENTAL 10%

NORMA ASTM D-1557/MTC E 115

Tabla 12

Dato para el cálculo de Proctor Experimental (C-1)

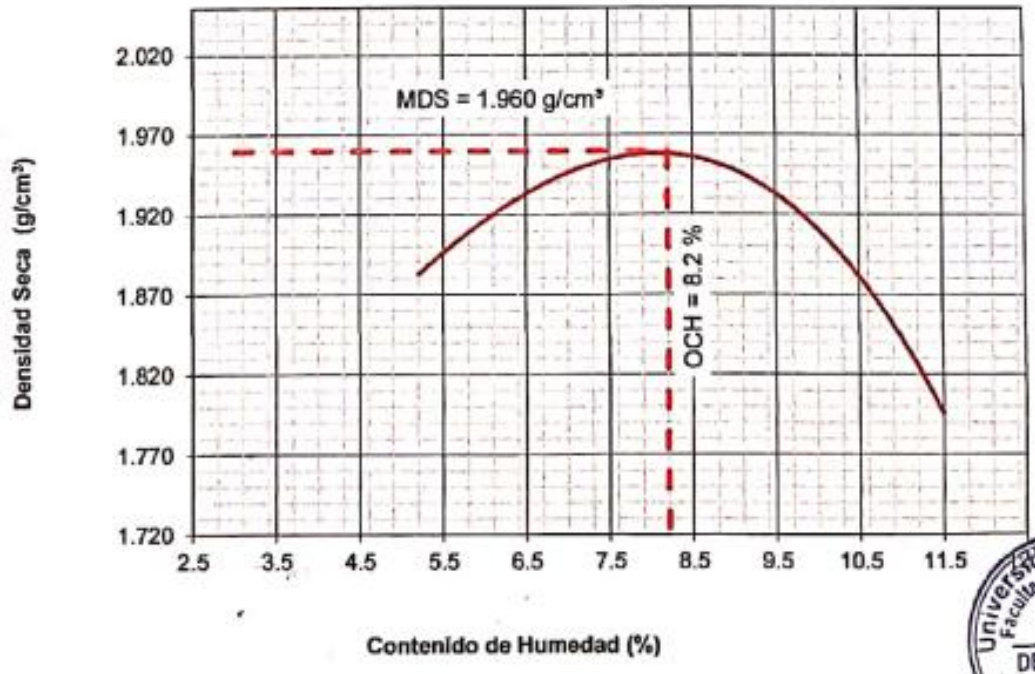
Método Compactación	“C”	Número	de	56
		Golpes		
Energía de compactación Estándar		27.7 Kg.cm/cm3		
1. Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	7197.0	7455.0	7518.0	7247.0
2. Peso del molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0
3. Peso Suelo Húmedo (g)	4507.0	4765.0	4828.0	4557.0
4. Volumen del Molde	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
5. Densidad Suelo Húmedo (g/cm3)	1.981	2.095	2.122	2003.0
6. Tarro N°	01	01	02	03
7. Peso Suelo Húmedo + tarro (g)	439.6	530.0	449.0	650.0
8. Peso Suelo Seco + tarro (g)	419.8	496.5	414.7	590.3
9. Peso del agua (g)	19.8	33.5	34.3	59.7
10. Peso del tarro (g)	41.2	40.0	40.0	70.0
11. Peso Suelo Seco (g)	378.6	456.5	374.7	520.3
12. Contenido de Humedad (%)	5.2	7.3	9.2	11.5
13. Densidad del Suelo Seco (g/cm3)	1.883	1.952	1.943	1.796

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - USP

Figura 9

Curva Seca vs Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-1)

Curva Densidad Seca vs Contenido de Humedad



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales USP.

PROCTOR MODIFICADO – EXPERIMENTAL 20%
NORMA ASTM D-1557/MTC E 115

Tabla 13

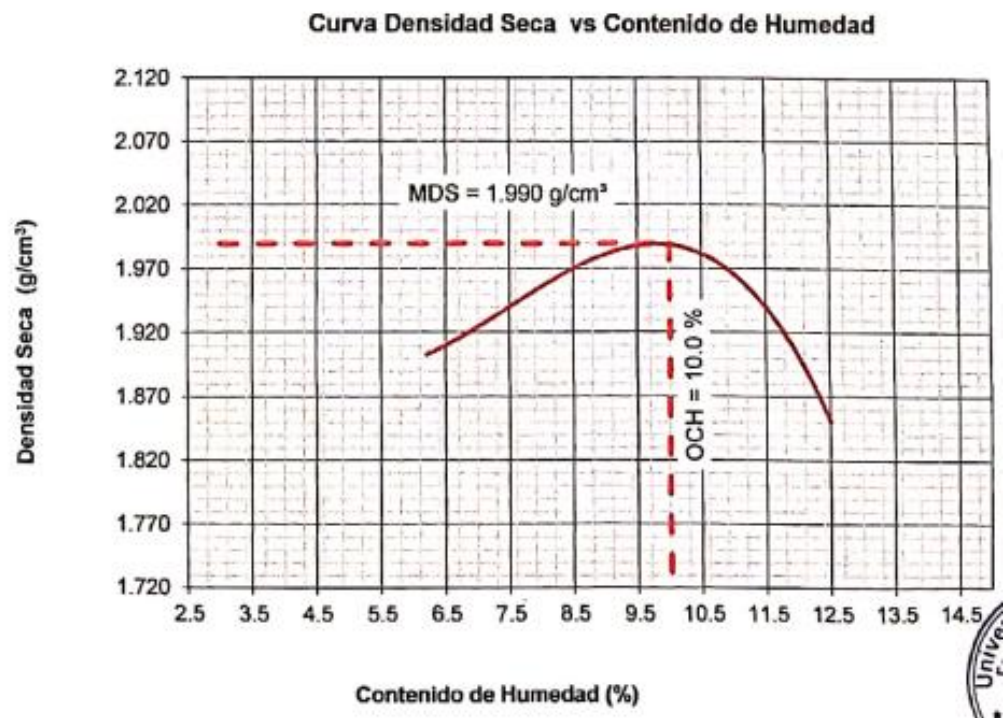
Dato para el cálculo de Proctor Experimental (C-1)

Método Compactación	“C”	Número de Golpes		56
Energía de compactación Estándar	27.7Kg.cm/cm3			
1. Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	7197.0	7455.0	7518	7247
2. Peso del molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0
3. Peso Suelo Húmedo (g)	4507.0	4765.0	4828.0	4557.0
4. Volumen del Molde	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
5. Densidad Suelo Húmedo (g/cm3)	1.981	2.095	2.122	2003.0
6. Tarro N°	01	01	02	03
7. Peso Suelo Húmedo + tarro (g)	439.6	530.0	449.0	650.0
8. Peso Suelo Seco + tarro (g)	419.8	496.5	414.7	590.3
9. Peso del agua (g)	19.8	33.5	34.3	59.7
10. Peso del tarro (g)	41.2	40.0	40.0	70.0
11. Peso Suelo Seco (g)	378.6	456.5	374.7	520.3
12. Contenido de Humedad (%)	5.2	7.3	9.2	11.5
13. Densidad del Suelo Seco (g/cm3)	1.883	1.952	1.943	1.796

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - USP

Figura 10

Curva Seca - Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-1)



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales USP.

PROCTOR MODIFICADO – EXPERIMENTAL 30%
NORMA ASTM D-1557/MTC E 115

Tabla 14

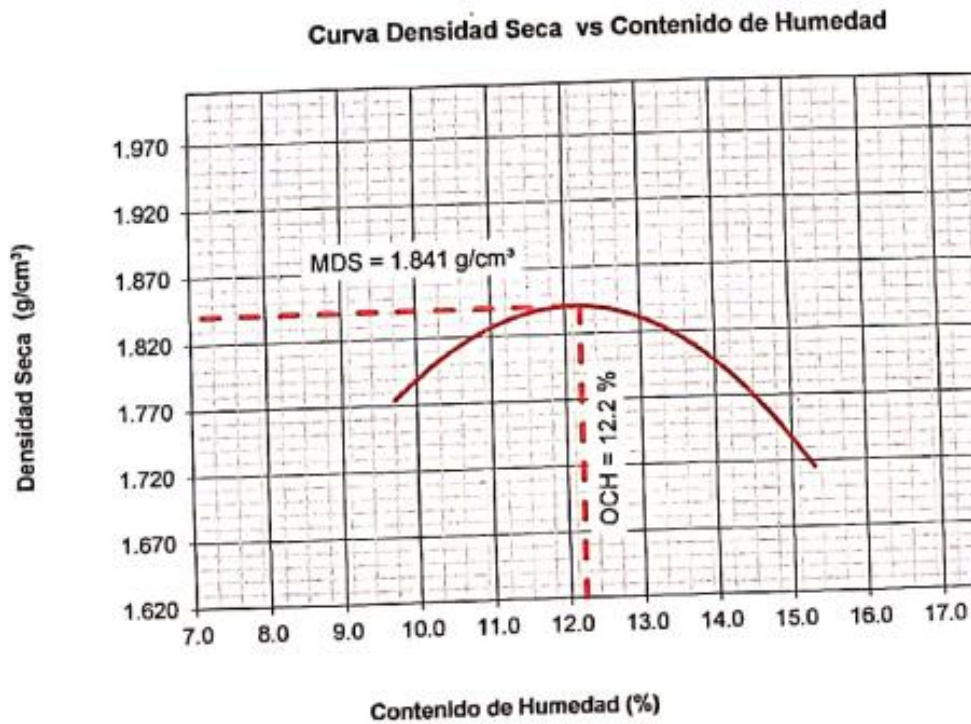
Dato para el cálculo de Proctor Experimental (C-1)

Método Compactación	“C”	Número de		56
		Golpes		
Energía de compactación		27.7Kg.cm/cm3		
Estándar				
1. Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	7118.0	7356.0	7371.0	7189.0
2. Peso del molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0
3. Peso Suelo Húmedo (g)	4428.0	4666.0	4681.0	4499.0
4. Volumen del Molde	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
5. Densidad Suelo Húmedo (g/cm3)	1.946	2.051	2.058.0	1.978.
6. Tarro N°	01	01	02	03
7. Peso Suelo Húmedo + tarro (g)	457.6	538.0	466.0	679.0
8. Peso Suelo Seco + tarro (g)	420.8	486.4	414.7	598.3
9. Peso del agua (g)	36.8	51.6	51.3	80.7
10. Peso del tarro (g)	41.2	40.0	40.0	70.0
11. Peso Suelo Seco (g)	379.6	446.4	374.7	528.3
12. Contenido de Humedad (%)	9.7	11.6	13.7	15.3
13. Densidad del Suelo Seco (g/cm3)	1.774	1.838	1.810	1.715

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - USP

Figura 11

Curva Seca - Contenido de Humedad, Proctor Experimental (C-1)



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales USP.

Tabla 15

Humedad óptima (%) expresado en porcentaje de adición al suelo

CALICATAS/PORCEN TAJE DE ADICIÓN	PATRON (0%)	EXPERIMENTA L (SN90CM10)
CALICATA	6.8	8.20

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N° 16

CALICATAS/PORCENTAJE DE ADICIÓN	PATRON (0%)	EXPERIMENTAL (SN80CM20)
CALICATA	6.8	10.00

Humedad óptima (%) expresado en porcentaje de adición al suelo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

Humedad óptima (%) expresado en porcentaje de adición al suelo

CALICATAS/PORCENTAJE DE ADICIÓN	PATRON (0%)	EXPERIMENTAL (SN70CM30)
CALICATA	6.8	12.2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

Densidad Seca Máxima (gr/cm³) expresado en porcentaje de adición al suelo

CALICATAS/PORCENTAJE DE ADICIÓN	PATRON (0%)	EXPERIMENTAL (SN90CM10)
CALICATA	1.940	1.960

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Densidad Seca Máxima (gr/cm³) expresado en porcentaje de adición al suelo.

CALICATAS/PORCENTAJE DE ADICIÓN	PATRON (0%)	EXPERIMENTAL (SN80CM20)
CALICATA	1.940	1.990

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

Densidad seca Máxima (gr/cm³) expresado en porcentaje de adición al suelo

CALICATAS/PORCENTAJE DE ADICIÓN	PATRON (0%)	EXPERIMENTAL (SN70CM30)
CALICATA	1.940	1.841

Fuente: Elaboración Propia

e. Determinar mediante ensayo de CBR, patrón y experimental

RELACION DE SOPORTE – CBR [ASTM D-1883]

DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE SOPORTE - CBR PATRÓN

Tabla 21

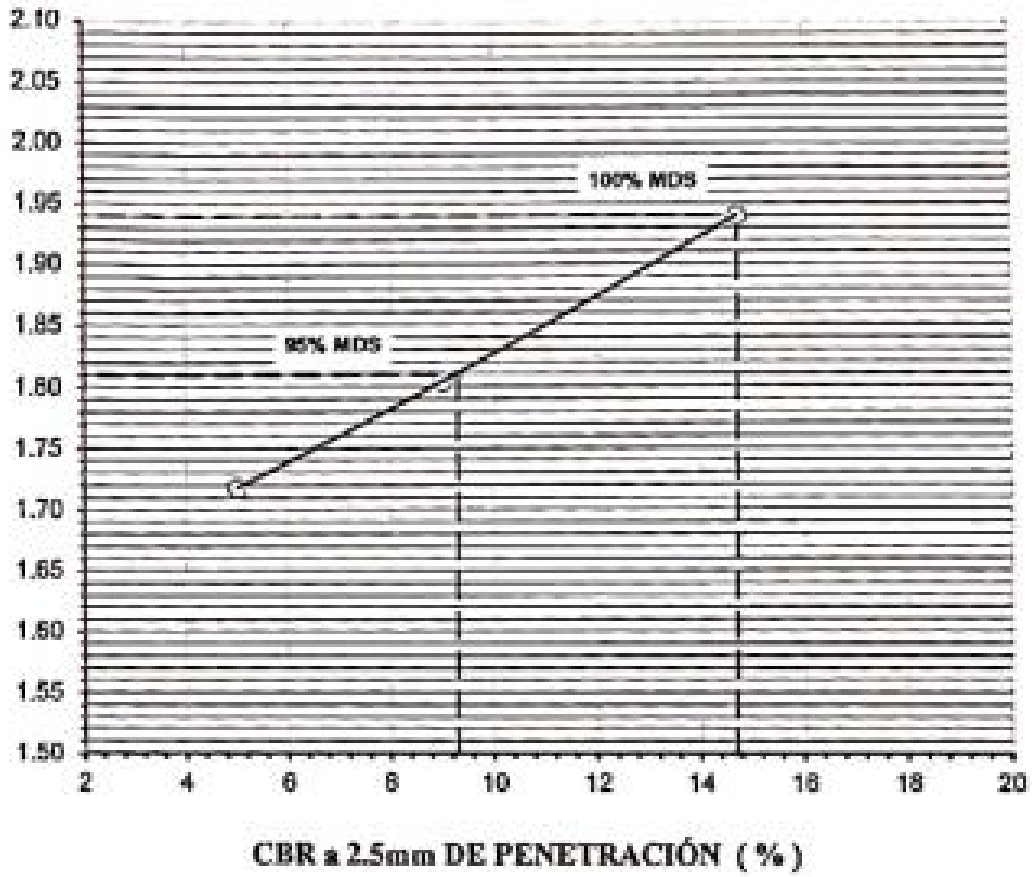
Lecturas diales para la obtención del CBR Patrón (C-1)

PENETRACIÓN						
Factor Anillo:		Carga [Kg.] = Lectura Dial*4.24913645+27.92018				
Molde	1 [56 golpes]		2 [25 golpes]		3 [12 golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kg]	Lec. Dial	Carga [Kg]	Lec. Dial	Carga [Kg]
0.0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	10.0	70.4	6.0	53.4	4.0	44.9
1.3	16.0	95.9	9.0	66.2	6.0	53.4
1.9	24.0	129.9	13.0	83.2	8.0	61.9
2.5	35.0	176.64	20.0	112.90	15.0	91.66
3.2	47.0	227.6	26.0	138.4	18.0	104.4
3.8	56.0	265.9	35	176.6	23.0	125.7
5.08	68.0	316.9	42.0	206.4	28.0	146.9
7.6	78.0	359.4	50.0	240.4	30	155.4
10.16	93.0	423.1	63.0	295.6	45.0	219.1
12.7	105.0	474.1	74.0	342.4	55.0	261.6
Carga [%]	176.64 kgf. [13%]		112.9kgf [8.3%]		91.66kgf. [6.7%]	

FUENTE: Elaboración Propia

Figura 12

CBR patrón (C-1) a 2.5mm de penetración (%)



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales USP

RELACION DE SOPORTE – CBR [ASTM D-1883] – EXPERIMENTAL
10%

Tabla 22

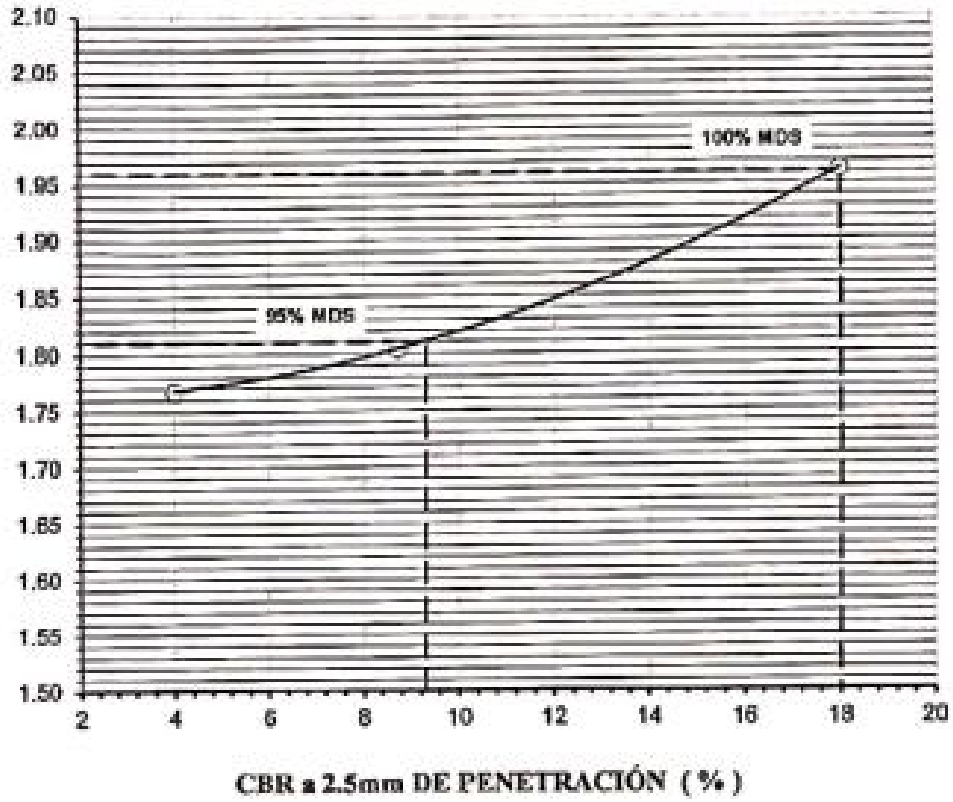
Lecturas diales para la obtención del CBR Patrón (C-1)

PENETRACIÓN						
Factor Anillo: Carga [Kg.] = Lectura Dial*4.24913645+27.92018						
Molde	1 [56 golpes]		2 [25 golpes]		3 [12 golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kg]	Lec. Dial	Carga [Kg]	Lec. Dial	Carga [Kg]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	15.0	91.7	8.0	61.9	6.0	53.4
1.3	21.0	117.2	15.0	91.7	9.0	66.2
1.9	32.0	163.9	18.0	104.4	13.0	83.2
3.2	58.0	274.4	34	172.4	26.0	138.4
3.8	71.0	329.6	46.0	223.4	31.0	159.6
5.08	78.0	359.4	51.0	244.6	35.0	176.6
7.6	89.0	406.1	61.0	287.1	36.0	180.9
10.16	107.0	482.6	77.0	355.1	54.0	257.4
12.7	112.0	503.8	86.0	393.3	67.0	312.6
Carga	219.13kg. [16.1%]		146.9kgf. [10.8 %]		117.15 kgf. [8.6%]	
	[%]					

Fuente: Elaboración Propia

Figura 13

CBR Experimental CM10 (C-1) a 2.5mm de Penetración (%)



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales USP.

RELACION DE SOPORTE – CBR [ASTM D-1883] – EXPERMETAL 20%

Tabla 23

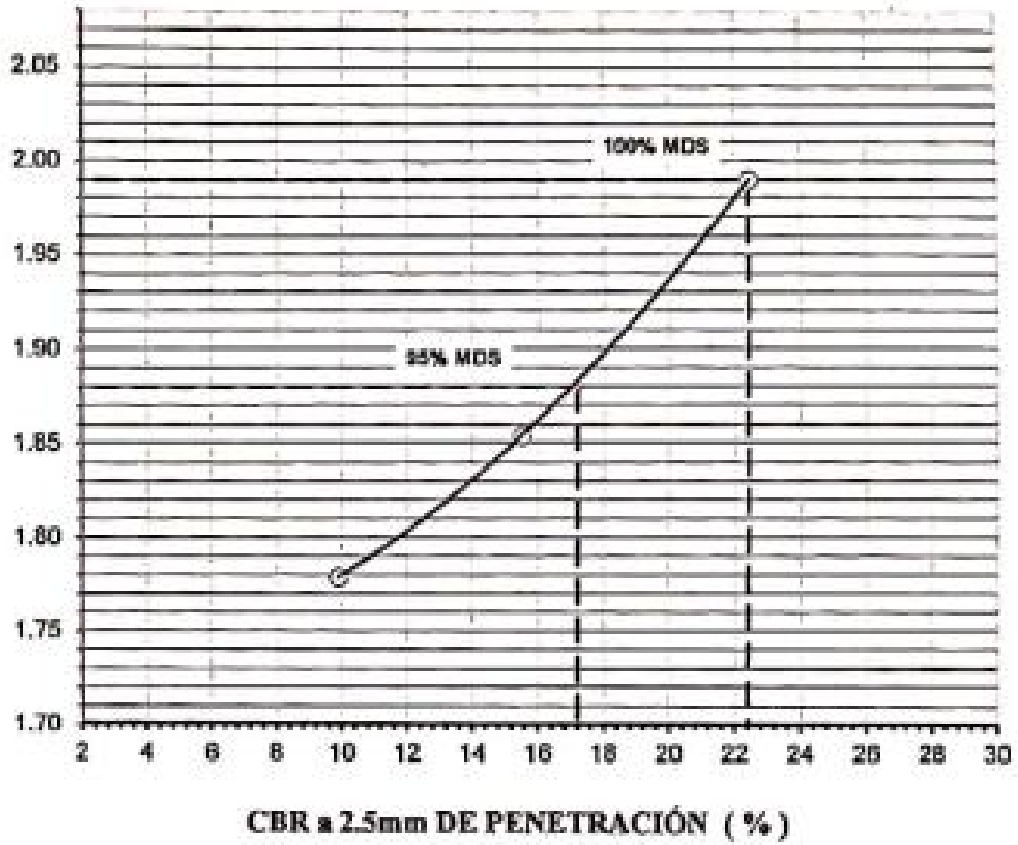
Lecturas diales para la obtención del CBR Patrón (C-1)

PENETRACIÓN						
Factor Anillo:		Carga [Kg.] = Lectura Dial*4.24913645+27.92018				
Molde	1 [56 golpes]		2 [25 golpes]		3 [12 golpes]	
PEN.	Lec. Dial	Carga [Kg]	Lec. Dial	Carga [Kg]	Lec. Dial	Carga [Kg]
	(mm)					
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.63	17.0	100.2	10.0	70.4	7.0
	1.9	47.0	227.6	28.0	146.9	21.0
	2.5	63.0	295.62	39.0	193.64	32.0
	3.2	69.0	321.1	48.0	231.9	41.0
	3.8	81.0	372.1	52.0	2448.9	47.0
	5.08	87.0	397.6	69.0	321.1	54.0
	7.6	93.0	423.1	74.5	344.5	60.5
	10.16	100.0	452.8	81.0	372.1	68.0
	12.7	104.0	469.8	90.0	410.3	76.5
Carga		295.62 kgf. [21.7%]		193.64 kgf. [14.2]		163.89 kgf. [12%]
		[%]				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 14

CBR Experimental CM20 (C-1) a 2.5mm de Penetración (%)



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales USP.

RELACION DE SOPORTE – CBR [ASTM D-1883] – EXPERIMENTAL
30%

Tabla 24

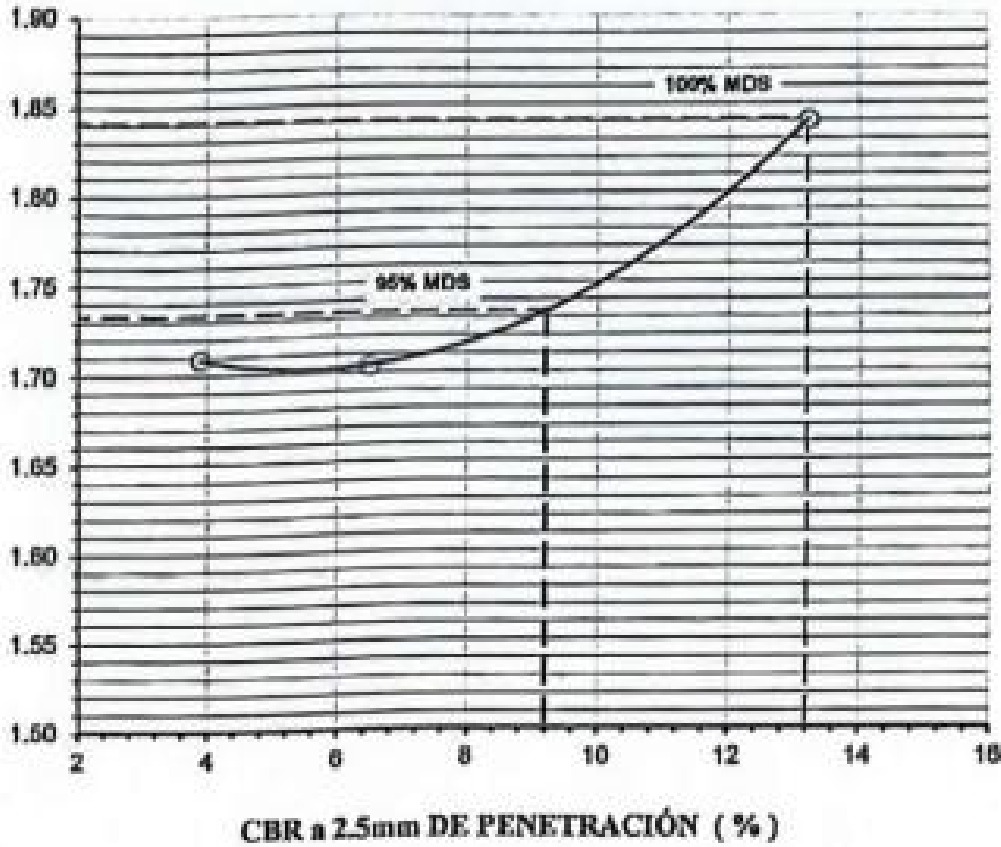
Lecturas diales para obtención del CBR Patrón (C-1)

PENETRACIÓN						
Factor Anillo:		Carga [Kg.] = Lectura Dial*4.24913645+27.92018				
Molde	1 [56 golpes]	2 [25 golpes]		3 [12 golpes]		
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kg]	Lec. Dial	Carga [Kg]	Lec. Dial	Carga [Kg]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	10.0	70.4	6.0	53.4	4.0	44.9
1.3	17.0	100.2	9.0	66.2	8.0	61.9
1.9	25.0	134.1	12.5	81.0	10.0	70.4
2.5	30.0	155.39	17.0	100.16	13.5	85.28
3.2	38.0	189.4	22.0	121.4	16.0	95.9
3.8	58.0	274.4	27.5	144.8	20.0	112.9
5.08	67.0	312.6	30.0	155.4	25.0	134.1
7.6	70.0	325.4	36.5	183.0	28.5	149.0
10.16	85.0	389.1	39.0	193.6	31.0	159.6
12.7	96.0	435.8	43.0	210.6	33.5	170.3
Carga [%]	155.39 kgf [11.4%]		100.16 kgf. [7.4%]		85.28 Kgf. [6.3%]	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 15

CBR Experimental CM30 (C-1) a 2.5 mm de Penetración (%)



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales USP.

Tabla 25

CBR al 95% MDS expresada en porcentaje de adición de CM10 al suelo

CALICATA	PATRÓN (0%)	EXPERIMENTAL 10%CM
C-1	9.3	9.3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26*CBR al 95% MDS expresada en porcentaje de adición de CM20 al suelo*

CALICATA	PATRÓN (0%)	EXPERIMETAL 20%CM
C-1	9.3	17.2

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 27***CBR al 95% MDS expresada en porcentaje de adición de CM30 al suelo*

CALICATA	PATRÓN (0%)	EXPERIMETAL 30%CM
C-1	9.3	9.2

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 28***CBR al 100% MDS expresada en porcentaje de adición de CM10 al suelo*

CALICATA	PATRÓN (0%)	EXPERIMETAL 10%CM
C-1	9.3	18.0

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 29***CBR al 100% MDS expresada en porcentaje de adición de CM20 al suelo*

CALICATA	PATRÓN (0%)	EXPERIMETAL 20%CM
C-1	14.7	22.4

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 30***CBR al 100% MDS expresada en porcentaje de adición de CM30 al suelo*

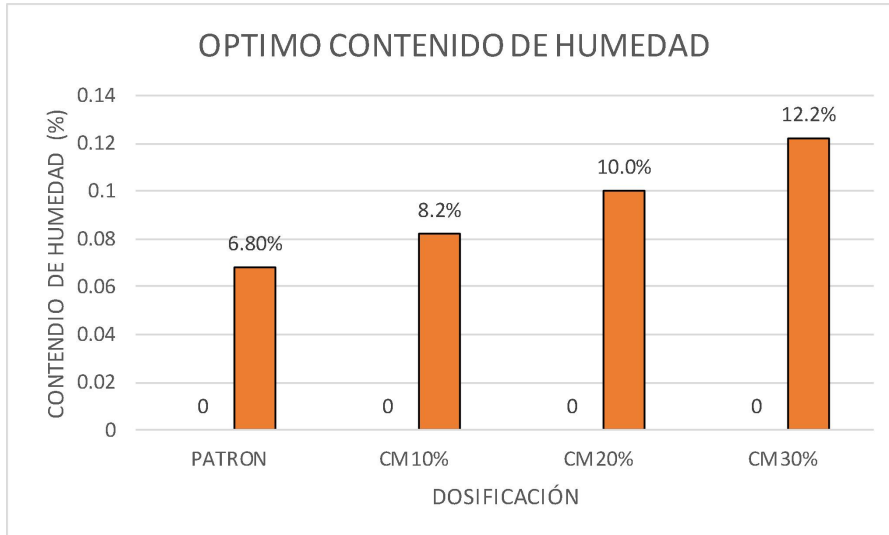
CALICATA	PATRÓN (0%)	EXPERIMETAL 30%CM
C-1	14.7	13.2

Fuente: Elaboración Propia

Contenido de Humedad Optimo patrón y experimentales (%)

Figura 16

Contenido de Humedad de la muestra Patrón y Experimental



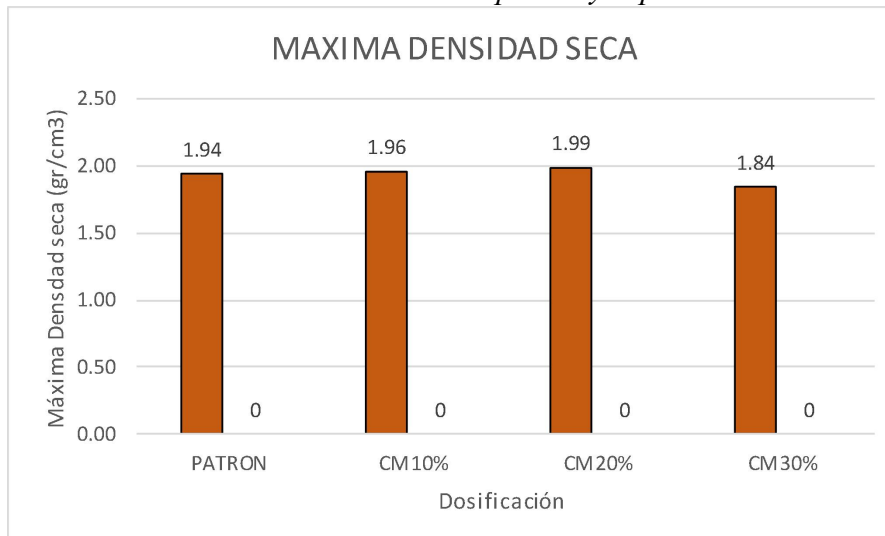
Fuente: Elaboración Propia

PROCTOR MODIFICADO PATRON vs EXPERIMENTAL

Máxima Densidad Seca (gr/cm³)

Figura 17

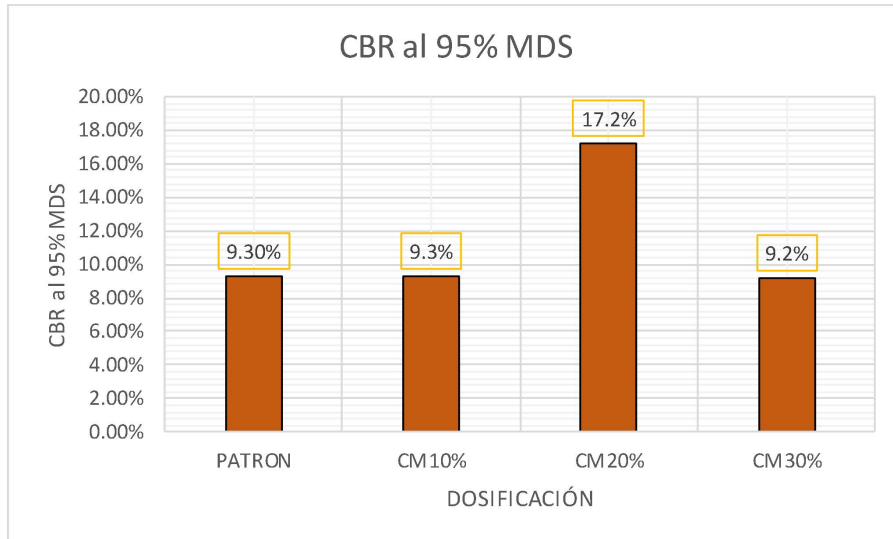
Máxima Densidad Seca de la muestra patrón y experimental



Fuente: elaboración Propia

Figura 18

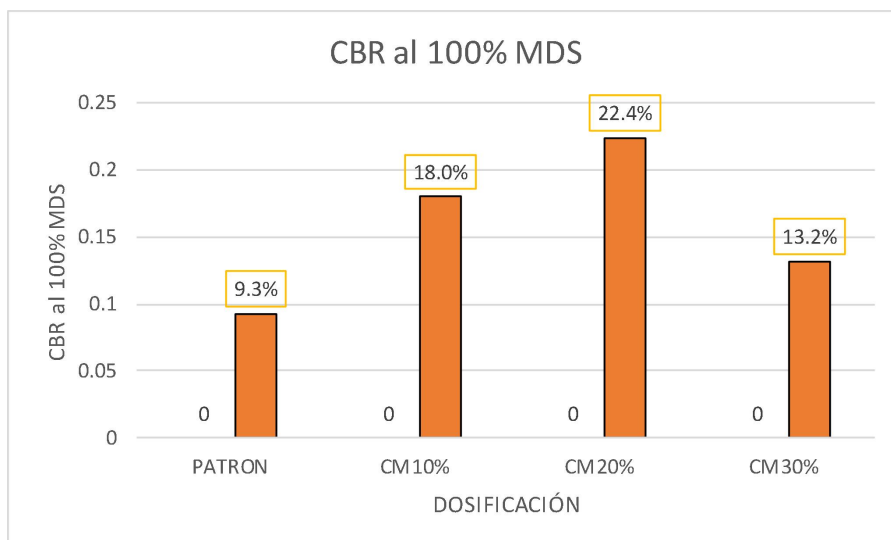
CBR al 95% MDS de la Calicata C-1, Patrón y experimental



Fuente: Elaboración Propia

Figura 19

CBR al 100% MDS de la Calicata C-1, Patrón y experimental



Fuente: Elaboración Propia

4. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Respecto a la caracterización del suelo arcilloso, posterior a realizar los ensayos de granulometría.

Se ha evaluado una calicata en la zona de estudio, los análisis granulométricos se realizaron según Norma ASTM D422.

En la tabla N°02. Se presenta los resultados de la clasificación de suelos SUCS y ASSHTO. En la calicata C-1 nos indica un suelo A-6, SC, respectivamente, suelo de partículas gruesas con finos, arcilloso.

En relación al análisis Térmico Diferencial (A.T.D.) de la ceniza de madera de hornos de artesanía., para determinar la temperatura de calcinación.

En la figura N° 06, Curva Calorimétrica, la curva muestra picos endotérmicos a baja temperatura, de modo aproximado entre 100°C y 210°C, otras a mayor temperatura, también se muestra un ligero pico de absorción térmica exotérmico a 400°C y 890°C. que son temperaturas de cambio estructural y de las propiedades del material.

En la figura N° 07, la curva muestra un descenso de la masa entre 80°C y 120°C, manteniéndose constante entre 150°C y 220°C, luego se evidencia una caída vertiginosa en la pérdida de masa comprendida entre 270°C y 350°C, se observa también que en los otros tramos se presentó un ritmo de pérdida más lenta de la masa, el material llega a perder aproximadamente un 56% de su masa inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.

En relación a la composición química de las cenizas de madera (fluorescencia de rayos X), de la ceniza de madera

La muestra fue examinada por un espectrómetro de fluorescencia de rayos X, de energía dispersiva (SHIMADZU, EDX-800HS). Los resultados obtenidos de la composición química de la ceniza se muestran en las tablas, ensayos que fueron realizados en el laboratorio LABICER, UNI.

De los resultados obtenidos de FRX se observa que las cenizas madera presenta Oxido de Calcio el 58.43%, óxido de magnesio el 10.71% óxido de silicio el 7.47%, entre otros materiales cementantes.

Según los ensayos de Ph, arrojan los siguientes resultados, para el suelo natural se encuentra un valor de 6.1; para los experimentales 8.7 para la combinación SN90CM10; 9.1, para la combinación SN80CM20 y 9.5, para la combinación de SN70CM30.

Según los ensayos Proctor Modificado, arrojan resultados de contenido de humedad: C-1 con 6.8%, experimental-1 con 8.20%, experimental-2 con 10% y experimental-3 con 12.28%

El CBR AL 95% MDS, obtenido de la muestra patrón es de 9.3gr/cm³, para las combinaciones experimentales se obtuvieron SN90CM10, 9.3g/cm³; para la combinación SN80CM20 17.2gr/cm³ y, para la combinación de SN70CM30, 9.2gr/cm³.

El CBR al 100% MDS obtenido de la muestra patrón es de 14.7gr/cm³, para los experimentales 18.0g/cm³; para la combinación SN90CM10; 22.4gr/cm³, para la combinación SN80CM20 y 13.2gr/cm³, para la combinación de SN70CM30.

El contenido de elementos químicos de propiedades cementantes tales como Óxido de calcio (CaO); Óxido de silicio (SiO₂), Óxido de aluminio, (Al₂O₃), etc., que han permitido reaccionar favorablemente que incrementaron notablemente el CBR al 95% y 100% de MDS.

De los resultados obtenidos, la combinación SN80CM20 es la más favorable, por lo que sería importante ahondar las investigaciones con otros porcentajes de vecindad.

5. CONCLUSIONES

- Según la caracterización del suelo, los resultados de la clasificación de suelos SUCS Y ASSHTO. La calicata C-1, nos indica un suelo (SC), (A-6) es decir suelo de partículas gruesas con finos; arena arcillosa con grava.
- De acuerdo a los resultados del análisis de PH de la muestra patrón y experimentales, a medida que se incrementa la ceniza de madera el Ph se incrementa.
- Según los ensayos del Análisis Termo Diferencial A.T.D. Se ha realizado la calcinación de la ceniza de madera en un rango comprendido entre 25°C y 900°C con una tasa de calentamiento de 20°C/min.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos de FRX las cenizas de Madera, presenta Oxido de Calcio el 58.43%, óxido de magnesio el 10.71% óxido de silicio el 7.47%, estos componentes son puzolánicos.
- Con respecto a los ensayos Proctor, se obtuvieron los siguientes resultados de contenido de humedad: C-1 con 6.8%, experimental-1 con 8.20% SN90CM10, experimental-2 con 10% SN80CM20y experimental-3 con 12.28% SN70CM30.
- El CBR al 100% de MDS obtenido en la muestra patrón es de 14.7%, mientras que los experimentales obtuvieron valores de 18.0% SN90CM10, 22.4% SN80CM20 y 13.2% SN70CM30.

6. RECOMENDACIONES

- La aplicación de cenizas de madera de hornos artesanales de cerámica, es importante la mezcla homogénea con el suelo natural de manera tal que se mejora el suelo arcilloso.
- Siendo la ceniza de madera un material cementante que los orfebres de hornos de artesanías lo desechan, es conveniente reciclarlo, puesto que presenta un alto contenido de óxido de calcio (CaO) 58.43%, y óxido de Silicio (SiO₂) 7.47%.
- Debido a la presencia de arcillas en la zona se recomienda aplicar la ceniza de madera para mejorar su resistencia para el tipo de suelo estudiado.
- Se recomienda utilizar la ceniza de madera adyacentes a los centros de producción.

7. Referencias bibliográficas

Ahmed. S, Jamil A & Yasin W. (agosto de 2019).

<https://www.researchgate.net/publication/356579120>.

Alzate, A. (2017). *Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural De las Edificaciones Indispensables del Grupo III y IV en el Municipio de Viterbo, Caldas*. Pereira.

ARIAS GOMEZ, J., VILLASIS KEEVER, M., & MIRANDA NOVALES, M. (Junio de 2018). *El protocolo de investigación III: La población de estudio*. Mexico. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>

ARIAS GONZALES, J. (2020), Proyecto de tesis, Guía para la elaboración. Arequipa - Perú. ISBN: 978-612-005416-1

Asencio, E. (2018). *ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL P.J PRIMERO DE MAYO SECTOR 1-NUEVO CHIMBOTE*. Nuevo Chimbote.

BAEZ CAMACHO, B. (2008). Metodología de la investigación científica. En B. C. Báez, *Metodología de la Investigación Científica* (págs. 121 - 122). Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

BARBOSA VIEL, W., & BERNARDIN, A. (2018). *UTILIZACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ Y DE EUCALIPTO EN LA*

COMPOSICIÓN DE ESMALTES CRUDOS (14 ed.). CASTELLÓN, España: CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA, SERVICIOS Y NAVEGACIÓN DE CASTELLON. Obtenido de <http://www.qualicer.org>

BARRANTES ECHAVARRIA, R. (2019). *A la búsqueda del conocimiento científico* (1; REIMPRESIÓN ed., Vol. 1). San José, Costa Rica: EUNED. doi:ISBN: 9789968319829

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

CRISTOBAL GAVANCHO, F., & QUINTE BALTAZAR, M. (2021). *Estabilización de subrasante con cenizas de eucalipto, paraje turístico Piedra Parada, Concepción, Junín 2021*. Huancayo: Universidad Continental.

Fernandez, A. J., GASCON, J., HERRERO, E., & VILLAMIL, R. (2018). *MANUAL DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON CEMENTO Y CAL*. (IECA, Ed.) Madrid: Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones.

FERREIRA NOGUEIRA, G., DO COUTO, A., SCHWANTES, N., MORALES, G., & BARRETO SANDOVAL, G. (2019). *Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

GONZALEZ GUERRA, A. (2019). *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante*. Guatemala: Universidad de San Carlos.

H.H. Karim, Z.W. Samueel & A.H. Jassem. (setiembre de 2019).
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6° ed.). Mexico DF: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES,S.A DE C.V.

Hoyle Vega, P. M., & Rodriguez López, C. A. (2019). *Estabilización del suelo de la trochacarrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y canizas de hojas Eucaliptus de los caserios Cancahas a Colcap, Jime, Santa, Ancash - 2019*. Huaraz: Universidad Cesar Vallejo.

Aparicio Ortubé, Alan Jaret et al. “Metodología Para La Caracterización Geotécnica de Suelos Tropicales Derivados de Rocas Volcánicas.” *Inge Cuc* 15.2 (2019): 56–65. Web.

MAMANI BARRIGA, L. E., & YATACO QUISPE, A. J. (2017). *estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de ayacucho*. USMP.

Melchor, J., Parra, A., & Sánchez, R. (s.f.). *Estructuras de Concreto*. Ensenada, Baja California.

MTC. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA Y PAVIMENTOS*. Lima, Perú: Dirección General de Caminos Ferrocarriles.

ÑAUPAS PAITAN, H., VALDIVIA DUEÑAS, M., PALACIOS VILELA, J., & ROMERO DELGADO, D. H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa* (Quinta ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. doi:ISBN: 978-958-762-876-0

PAZ FONG, F. (2008). *Determinación de la composición química de la madera obtenida del primer clareo en árboles de melina (Gmelina arborea Roxb), de una plantación proveniente del departamento de Izabal*. Guatemala.

PEREZ MANTILLA, Y. (2018). *Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto*. Chimbote: Universidad San Pedro.

Poicon, A. (2017). *Análisis y Evaluación del Riesgo Sísmico en Edificaciones de albañilería en el centro del Distrito de Catacaos-Piura*. Piura.

Priscila, H., & Carlos, R. (2019). *estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de musa Paradisiaca y cenizas de hoja de eucalipto de los caserío Canchas a Colcap, Jimbe, Ancash (tesis de Grado)*.

Chimbote: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/46335>

PUCP. (2018 - 1). *GUIA DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS* LIMA, Perú. Recuperado el 28 de marzo de 2023, de https://www.academia.edu/32166610/PONTIFICIA_UNIVERSIDAD_CATOLICA_DEL_PERU

Reglamento Nacional De Edificaciones. (2006). Lima.

Romero Urrea, H., Real Cotto, J. J., Ordoñez Sánchez, J. L., Gavino Díaz, G., & Saldarriaga, G. (2021). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (1 ed.). (E. L. L., Ed.) Quito, Ecuador: Edicumbre Editorial Corporativa. doi:ISBN DIGITAL: 978-9942-40-104-5

SANCHEZ CARLESSI, H., REYES ROMERO, C., & MEJÍA SAENZ, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanista. En U. R. Palma (Ed.). Lima, Peru. doi:978-612-47351-4-1

Santos, D. (2019). *ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN EL DISTRITO DE CHILCA EN EL 2017*. Huancayo.

Serrano Rodríguez, Erika Julieth, and Edgar Alexander Padilla González. “Análisis de Los Cambios En Las Propiedades Mecánicas de Materiales de Subrasante Por La Adición de Materiales Poliméricos Reciclados.” *Revista ingeniería solidaria* 15.27 (2019): 1–23. Web.

Revista Consulting, ABC Geotechnical. Obtenido de <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/origen-formacion-suelos/>

TINAUT RODRIGUEZ, S. (2022). *analisis del uso de cenizas de biomasa en hormigones eco-eficientes en el ámbito de la economía circular [en línea]. tesis de maestria*. (Valladolid), España: Universidad de Valladolid. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es>

TINKU, K., SAIKIA, A., & DAS, B. (2017). *Effect of Fly-ash on Strength Behavior of Clayey Soil* (Vol. 04). Guwahati, Assam, India. Obtenido de <http://www.irjet.net>

Vasquez, J. (2017). *EVALUACION Y PROPUESTA DE SOLUCION ANTE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA EN LOS PUEBLOS JOVENES FLORIDA BAJA Y FLORIDA ALTA-CHIMBOTE-2016*. Nuevo Chimbote.

10 ANEXO

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
TITULO: Estabilización de suelos arcillosos adicionando Ceniza de madera de hornos de artesanías en la trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, Ancash ,2023					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Ceniza de madera de hornos de artesanías	Según MTC (2014). La dosificación depende del tipo de arcilla, las cenizas de madera son subproducto de la calcinación que contiene características puzolánicas por tanto la adición de ceniza, debe mejorar la estabilización, sin llegar a condiciones de rigidez similares a morteros hidráulicos.	La ceniza de madera de hornos de artesanía reemplazada en forma proporcional al terreno natural (TN) en diferentes dosificaciones del material en peso de la muestra de suelo , con el objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados.	Dosificación de Ceniza de Madera	10%; 20% y 30%	razón
Variable dependiente: Estabilización de suelos arcillosos	Según MTC (2016), La estabilización de suelos según definen los autores es el mejoramiento de las características físicas por medio de procedimientos mecánicos o la adición de productos químicos, por lo general se realizan en los suelos de subrasante, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado.	En la presente investigación se mezclan la ceniza con la muestra del terreno natural para que mejore las propiedades físico mecánicas de los suelos estabilizados, los cuales serán sujetos a ensayos de laboratorio para finalmente los resultados obtenidos sean procesados en formatos y fichas técnicas, según el MTC y el ASTM.		límite líquido	Intervalo/Ordinal
			Plasticidad	límite plástico	
				índice de plasticidad	
			Compactación	Óptimo contenido de humedad	Intervalo
				Máxima densidad seca	
Resistencia	Capacidad portante del suelo	Intervalo/Ordinal			

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Estabilización de suelos arcillosos adicionando Ceniza de madera de hornos de artesanías en la trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, Ancash, 2023

Problema	Variables	Objetivos	Hipotesis	Metodología
¿La adición de la ceniza de madera de hornos de artesanía adicionada al suelo arcilloso, estabilizaría la trocha carrozable Huaraz - Rataquenua?	Variable Independiente: Ceniza de madera de hornos de artesanías	Objetivo general Objetivo Gneral. Estabilizar el suelo arcilloso, adicionando ceniza de madera de hornos de artesanía en proporciones de 10, 20 y 30% en la Trocha Carrozable Huaraz - Rataquenua.	Hipótesis General La adición dosificada de la ceniza de madera al suelo arcilloso en la trocha carrozable, Huaraz – Rataquenua, mejoraría las propiedades físico - mecánicas de los suelos estabilizados.	Tipo de Investigación Aplicada Diseño de Investigación Experimental Población y Muestra Población: Trocha carrozable Huaraz – Rataquenua, región Ancash Muestra: Se toma en las progresivas 0+200 y 0+520 de la trocha carrozable Huaraz- Rataquenua
	Variable dependiente: Estabilización de suelos arcillosos	Objetivos específicos Determinar el Análisis Térmico Diferencial así como su análisis gravimétrico de la ceniza de hornos de artesanía Determinar la composición química mediante el ensayo de fluorescencia (AFRx) de ceniza de madera. Determinar el Ph de la ceniza de madera Determinar la resistencia del suelo, adicionando ceniza de madera de hornos de artesanía con la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad mediante el próctor modificado. Determinar la capacidad de soporte con muestra patrón y experimental Comparar resultados.		Técnicas e Instrumentos de recolección de datos: Observación directa Fichas, formatos, software.

PANEL FOTOGRAFICO



RECOLECCIÓN DE MUESTRA
SUELO NATURAL (arcilla)





RECOLECCIÓN DE MUESTRA
DE CENIZA DE MADERA



Instrumentos de recolección de datos

1. Análisis granulométrico



2. Límites de consistencia



3. Contenido de humedad



4. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (CBR)





ANEXO

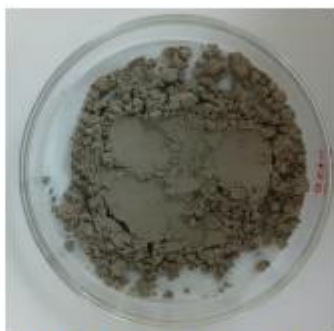


FIGURA N°1. Muestra de Ceniza de Madera.



FIGURA N°2. Espectrómetro de fluorescencia de Rayos X de energía dispersiva (SHIMADZU, EDX-800HS).





INFORME DE ENSAYO N° 0443 – 24 – LABICER

- 1. DATOS DEL CLIENTE**
 - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : MILLER ROLANDO MANRIQUE ORELLANO
 - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 31657865
 - 1.3. DIRECCIÓN : -
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 07 / 05 / 2024
 - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 13 / 05 / 2024
 - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 15 / 05 / 2024
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
- 4. DATOS DE LA MUESTRA**
 - 4.1. TIPO DE MUESTRA : CENIZA
 - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA TESIS : 01 MUESTRA DE CENIZA DE MADERA "Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de hornos de artesanías en trocha carrozable Huaraz-Rataquenua, Ancash 2023"
 - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE PLÁSTICO
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 23.7°C; Humedad relativa: 52%
- 7. RESULTADOS**
- 7.1. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Calcio, Ca	61.908	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Magnesio, Mg	9.571	%	
Potasio, K	6.540	%	
Silicio, Si	5.176	%	
Cloro, Cl	4.573	%	
Hierro, Fe	3.558	%	
Aluminio, Al	3.262	%	
Fosforo, P	2.242	%	
Azufre, S	1.252	%	
Titanio, Ti	0.829	%	
Estroncio, Sr	0.538	%	
Zinc, Zn	0.254	%	
Manganeso, Mn	0.172	%	
Bromo, Br	0.042	%	
Zirconio, Zr	0.03	%	
Vanadio, V	0.029	%	
Rubidio, Rb	0.024	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis por espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de calcio, CaO	58.430	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de magnesio, MgO	10.706	%	
Óxido de silicio, SiO ₂	7.469	%	
Óxido de potasio, K ₂ O	5.314	%	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	4.158	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	3.465	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	3.431	%	
Cloro, Cl	3.085	%	
Óxido de azufre, SO ₃	2.109	%	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.933	%	
Óxido de estroncio, SrO	0.429	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.213	%	
Óxido de manganeso, MnO	0.150	%	
Óxido de vanadio, V ₂ O ₅	0.035	%	
Bromo, Br	0.028	%	
Óxido de zirconio, ZrO ₂	0.027	%	
Óxido de rubidio, Rb ₂ O	0.018	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

⁽³⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.


Bach. Juan Trillo Salazar
Analista
LABICER – UNI




M.Sc. Ily Marilu Maza Mejía
Jefa de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos 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.
- Este documento carece de validez sin sellos y firmas correspondientes.



Trujillo, 12 de abril del 2024

INFORME N° 108 - ABR-24

Solicitante: Miller Manrique Orellano - Universidad San Pedro
RUC/DNI:
Supervisor:


Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

1. **MUESTRA:** 100% ceniza de madera
90% suelo natural + 10% ceniza de madera
80% suelo natural + 20% ceniza de madera
70% suelo natural + 30% ceniza de madera

Muestra	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
100% ceniza de madera	CM100	1 g
90% suelo natural + 10% ceniza de madera	SN90CM10	1 g
80% suelo natural + 20% ceniza de madera	SN80CM20	1 g
70% suelo natural + 30% ceniza de madera	SN70CM30	1 g

2. **ENSAYOS A APLICAR**

- Prueba de pH de muestras analizadas en solución acuosa.

3. **EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Peachímetro digital tipo lapicero Kyntel ATC bajo requerimientos de la norma ASTM D 1293-18.
- Soluciones de 1 g de muestra en 80 ml de agua destilada.
- Temperatura de solución 24 °C.



Jefe de Laboratorio:  Ing. Danny Chávez Novoa
Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



Trujillo, 12 de abril del 2024

INFORME N° 108 - ABR-24



Denny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP, 84953

4. Resultados:

Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	pH
CM100	1 g	6.1
SN90CM10	1 g	8.7
SN80CM20	1 g	9.1
SN70CM30	1 g	9.5

1. CONCLUSION:

- Según el análisis de pH, se muestra que el polvo de madera (CM100) tiene un carácter ligeramente ácido al poseer un valor de 6.1. Por otro lado, las muestras que corresponden a mezclas de suelo natural con ceniza de madera tienen un carácter ligeramente alcalino siendo mayor la alcalinidad cuanto mayor cantidad de ceniza de madera contenga, finalmente la muestra con 100% de ceniza de madera S70M30 muestra una alcalinidad mayor llegando hasta un valor de pH de 9.5

Trujillo, 12 de abril del 2024



Ing. Denny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polimeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 12 de abril del 2024

INFORME N° 107 - ABR-24

Solicitante: Miller Manrique Orellano – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:



Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

1. MUESTRA: Polvo de madera (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	PM-107A	10 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 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 10 mg.



LABORATORIO DE POLÍMEROS DE LA UNT
JEFATURA

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



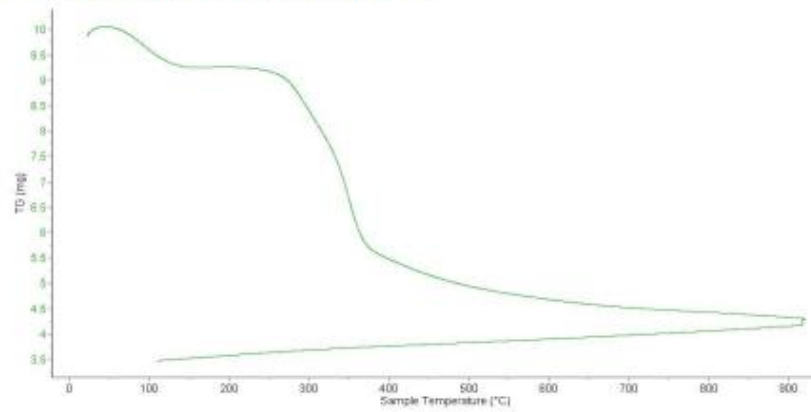
Trujillo, 12 de abril del 2024

INFORME N° 107 - ABR-24

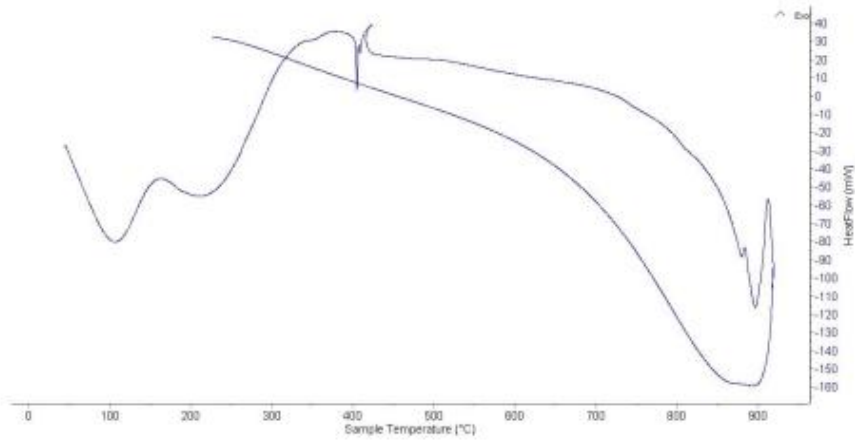


4. Resultados:

I- Curva de Análisis Termogravimétrico TGA.



II- Curva de Análisis Térmico Diferencial ATD





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

SOLICITA : BACH. MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNOS DE
 ARTESANÍA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023*
 MUESTRA : SUELO NATURAL
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10-04-2024

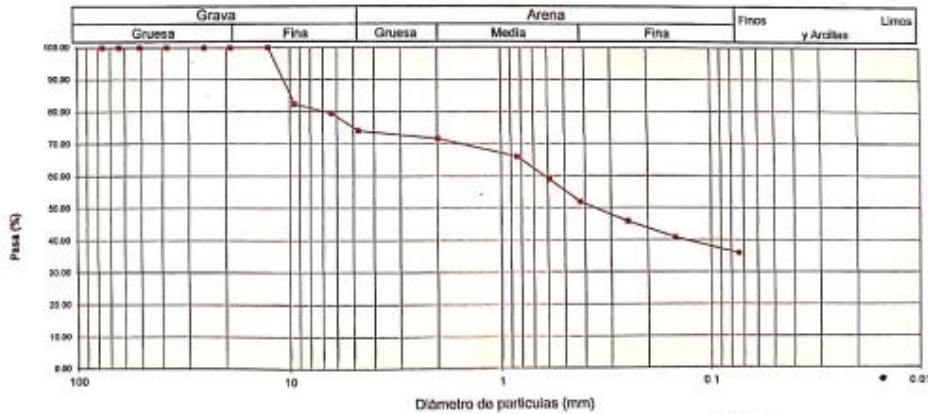
Peso Seco Inicial	765.4	gr.
Peso Seco Lavado	490.2	gr.
Peso perdido por lavado	275.2	gr.

CALICATA - 1
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AAHSTO	
N° 4 1/2"	114.30	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-6 Suelo arcilloso	
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		
1"	25.40	135.3	17.7	82.3		Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arenas arcillosas con grava 30
3/4"	19.00	22.4	20.6	79.4		
3/8"	9.50	40.7	25.9	74.1		Pasa tamiz N° 4 (%) : 74.1 Pasa tamiz N° 200 (%) : 38.0 D60 (mm) : 0.63 D30 (mm) : D10 (mm) : Cu Cc
N° 4	4.76	18.5	28.3	71.7		
N° 10	2.000	42.4	33.9	66.1		
N° 20	0.840	54.8	41.0	59.0		
N° 40	0.425	54.0	48.1	51.9		
N° 60	0.250	46.1	54.1	45.9		
N° 100	0.106	38.5	59.1	40.9		
N° 200	0.075	37.5	64.0	36.0		
< 200	275.2	36.0	100.0	0.0		
Total	765.4			100.0		

Valor del índice de grupo (IG)	1
Clasificación (S.U.C.S.)	
Limite líquido LL	23.26
Limite plástico LP	10.74
Índice plasticidad IP	12.52

CURVA GRANULOMÉTRICA

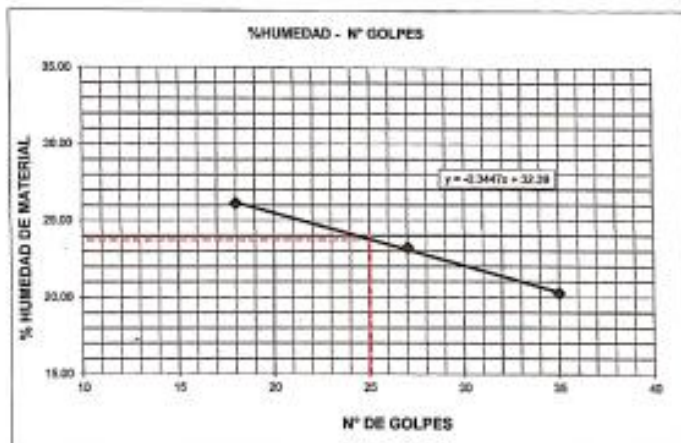




LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : *ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNOS DE
 ARTESANIA EN TIROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023
 MUESTRA : SUELO NATURAL C-1
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10-04-2024

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	47.50	44.20	45.70	21.40	22.70	19.80
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	42.80	39.83	40.48	21.15	22.30	19.24
PESO DE LA TARA (gr.)	19.60	21.00	20.50	18.80	18.60	14.30
PESO DEL AGUA (gr.)	4.70	4.37	5.22	0.25	0.40	0.56
PESO SUELO SECO (gr.)	23.20	18.83	19.98	2.35	3.70	4.94
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.26	23.21	26.13	10.64	10.81	11.34
Nro. DE GOLPES	35	27	18	10.93		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	23.29

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	10.74

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	12.52



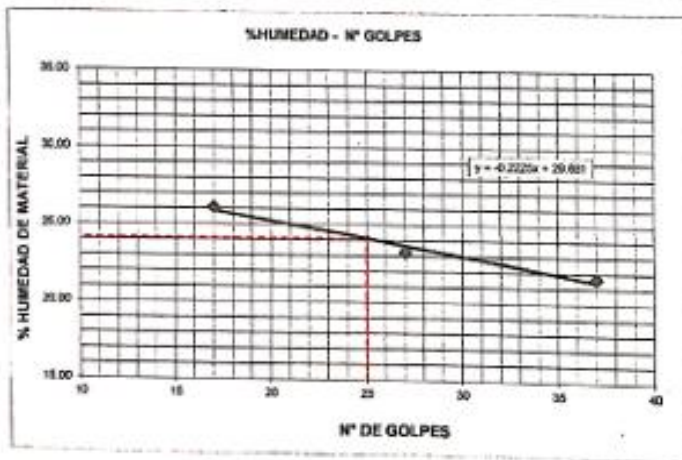
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Chimbote
Dr. Gumericindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO-EXPERIMENTAL 10%
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : Mendieta Orellano Miller Rolando
 TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de homos de
 arrosasias en trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, Ancash, 2023
 MUESTRA : SUELO NATURAL +10%CM
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10-04-2024

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	36.40	37.90	38.00	26.10	27.00	26.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	33.70	32.90	32.70	24.42	25.40	24.60
PESO DE LA TARA (gr.)	12.00	11.40	12.40	12.00	13.20	11.50
PESO DEL AGUA (gr.)	4.70	5.00	5.30	1.68	1.80	1.80
PESO SUELO SECO (gr.)	21.70	21.50	20.30	12.42	12.20	13.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.68	23.26	28.11	13.53	13.11	13.74
Nro. DE GOLPES	37	27	17	13.46		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 24.12

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 13.46

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 10.66



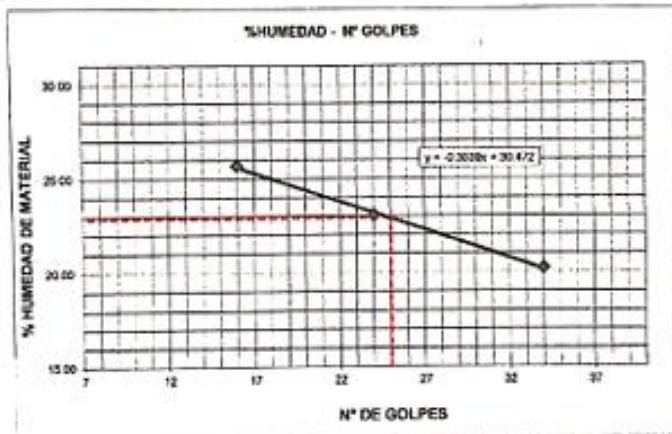
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumerinda Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingenieria



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO-EXPERIMENTAL 20%
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : Manrique Orestano Miller Rolando
 TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de hornos de
 artesanos en trocha camozabio Huaraz - Rataquenua, Ancash, 2023
 MUESTRA : SUELO NATURAL +20%NCM
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10-04-2024

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	41.40	49.60	45.60	23.40	24.50	23.80
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	37.60	44.00	40.10	22.80	23.80	23.20
PESO DE LA TARA (gr.)	18.80	18.60	18.70	18.20	18.50	18.80
PESO DEL AGUA (gr.)	3.80	5.80	5.50	0.60	0.70	0.60
PESO SUELO SECO (gr.)	18.80	25.20	21.40	4.60	5.30	4.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.21	23.02	25.70	13.04	13.21	13.64
Nro. DE GOLPES	34	24	16	13.30		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 22.90

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 13.30

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 9.60



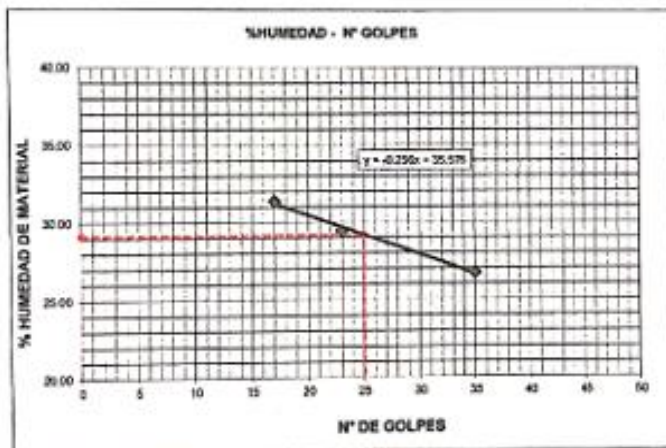
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumerindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO-EXPERIMENTAL 30%
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : Manrique Orelano Miller Rotando
 TESIS : Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de homos de
 artesanas en locha camozabla Huaraz - Rataqueñua, Ancash, 2023
 MUESTRA : SUELO NATURAL +30%CM
 LUGAR : RATAQUEÑUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10-04-2024

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	42.80	58.20	45.33	30.80	23.10	25.00
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	37.70	48.40	38.80	29.40	22.17	23.80
PESO DE LA TARA (gr.)	18.60	21.90	18.00	22.70	17.90	18.00
PESO DEL AGUA (gr.)	5.10	7.60	6.53	1.40	0.93	1.20
PESO SUELO SECO (gr.)	19.10	26.50	20.80	6.70	4.27	5.80
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	26.70	29.43	31.39	20.90	21.78	20.69
Nro. DE GOLPES	35	23	17	21.12		



LIMITE LIQUIDO (MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 29.20
LIMITE PLASTICO (MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 21.12
INDICE DE PLASTICIDAD ASTM D-438	
IP :	% 8.08

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
 DECANATO
 Dr. Gumercindo Flores Reyes
 DECANO
 Facultad de Ingeniería



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
TESIS : ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNOS DE ARTESANIA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023
MATERIAL : C-1
LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
FECHA : 10/04/2024

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	755.85	751.80
Peso de tara + MS	744.50	738.10
Peso de tara	201.80	202.80
Peso del agua	12.35	12.70
MS	542.70	536.30
Contenido de humedad (%)	2.28	2.37
Promedio Humedad %	2.32	

NOTA : La muestra fue traída y resizado por el interesado en este Laboratorio.





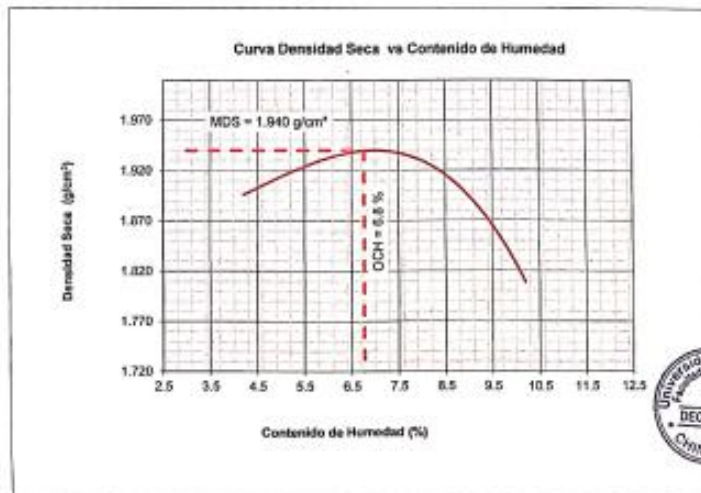
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : "ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNOS DE
 ARTESANIA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023"
 MATERIAL : SUELO NATURAL
 CALICATA : 1
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10/04/2024

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes			56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7185	7365	7413	7226	
02 - Peso del Molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0	
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4495.0	4675.0	4723.0	4536.0	
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0	
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.976	2.055	2.076	1.994	
06 - Tarro N°	01	01	02	03	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	435.6	525.0	447.0	652.0	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	419.8	486.8	414.7	598.3	
09 - Peso del agua (g)	15.8	28.2	32.3	53.7	
10 - Peso del tarro (g)	41.2	40.0	40.0	70.0	
11 - Peso suelo seco (g)	378.6	456.8	374.7	528.3	
12 - Contenido de Humedad (%)	4.2	6.2	8.6	10.2	
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.896	1.935	1.912	1.809	

Contenido Optimo Humedad **6.76 %** Densidad Seca Maxima, **1.940 g/cm³**





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNO DE
 ARTESANA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023 *
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : .1
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10/04/2024

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)	9,195.0	8,900.0	8,510.0			
02 - Peso del molde (g)	4,412.0	4,577.0	4,572.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,783.0	4,413.0	3,938.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,210,000	2,141,000	2,012,000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.164	2.061	1.957			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	806.6	525.4	295.2			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	550.6	469.2	267.1			
09 - Peso del agua (g)	66.2	56.2	28.1			
10 - Peso del tarro (g)	64.0	65.0	65.0			
11 - Peso suelo seco (g)	486.6	404.2	202.1			
12 - Contenido de humedad (%)	11.5	13.9	13.9			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.940	1.810	1.718			
Expansion, %						
Absorcion						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,783.0	4,413.0	3,938.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,911.1	9,710.7	9,253.3			
03 - Peso del molde (g)	4,412.0	4,577.0	4,572.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	5,499.1	5,133.7	4,681.3			
05 - Peso del agua absorbida (g)	716.1	720.7	743.3			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,287.8	3,874.5	3,457.3			
07 - Absorcion de agua (%)	16.7	18.6	21.5			
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	10.0	70.4	6.0	53.4	4.0	44.9
1.3	16.0	95.9	8.0	66.2	6.0	53.4
1.9	24.0	129.9	13.0	83.2	8.0	61.8
2.5	35.0	176.64	20.0	112.90	15.0	91.66
3.2	47.0	227.6	26.0	138.4	18.0	104.4
3.8	55.0	255.9	35.0	176.6	23.0	125.7
5.08	68.0	316.9	42.0	206.4	28.0	146.9
7.6	78.0	359.4	50.0	240.4	30.0	155.4
10.16	93.0	423.1	63.0	295.6	45.0	219.1
12.7	105.0	474.1	74.0	342.4	55.0	261.6
Carga (%)	176.64 kgf. [13%]		112.9 kgf. [8.3%]		91.66 kgf. [6.7%]	

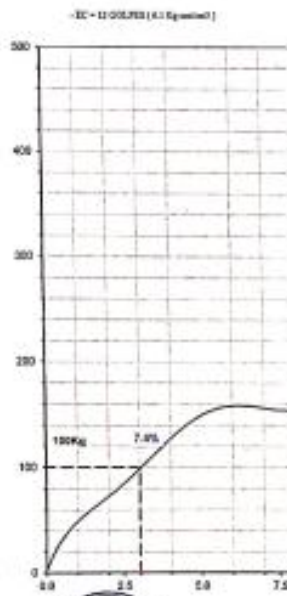
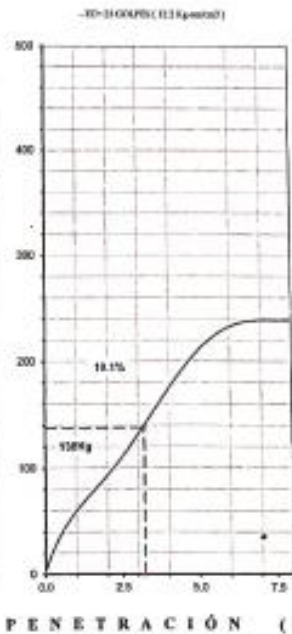
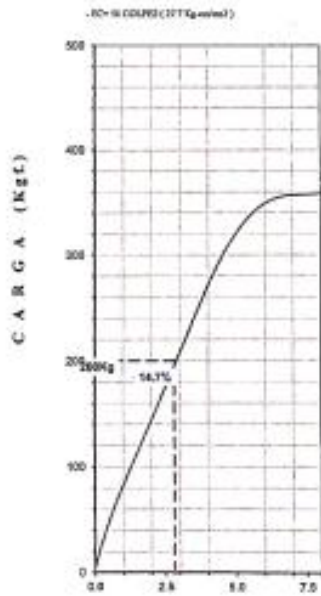
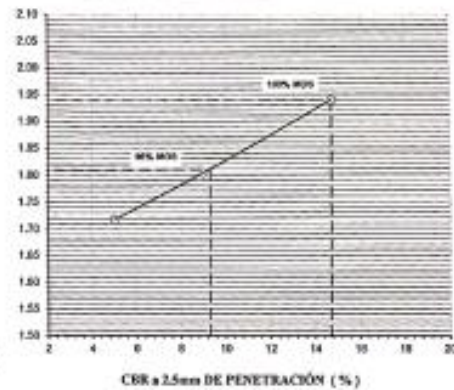
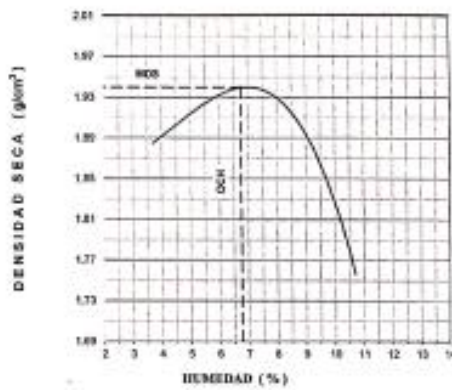


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE**
 Dr. Clemenencia Flores Reyes
 D.E. Ing. Civil
 Facultad de Ingeniería



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

NOMBRE : OCHO MARIQUE OVELLANO MILLER ROMANO	MÉTODO DE COMPACTACIÓN : (NGTM D-1557)	C
TEMA : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS APLICANDO BIODERIVADOS	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.945
CÉDULA DE MADERA DE FÓRMOS DE ARTESANÍA EN TROCHO CARABANILLI	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.8
PARAZO - NATAGUENYA, ANCAHUELI	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	54.7
MATERIAL : TERRENO NATURAL	CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)	9.3
CALICATA : 1	SUELO : LL - GP	SP - GP
UBICACIÓN : RAYAGUENYA HUARAZ ANCAHUELI	ASIENTO : 4 días	EXPANSIÓN : -
FECHA : 10-Abr-2004	ABSORCIÓN : 19.7 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 23.5 %



PENETRACIÓN (mm)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guillermina Flores Reyes
DECANATO
DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería



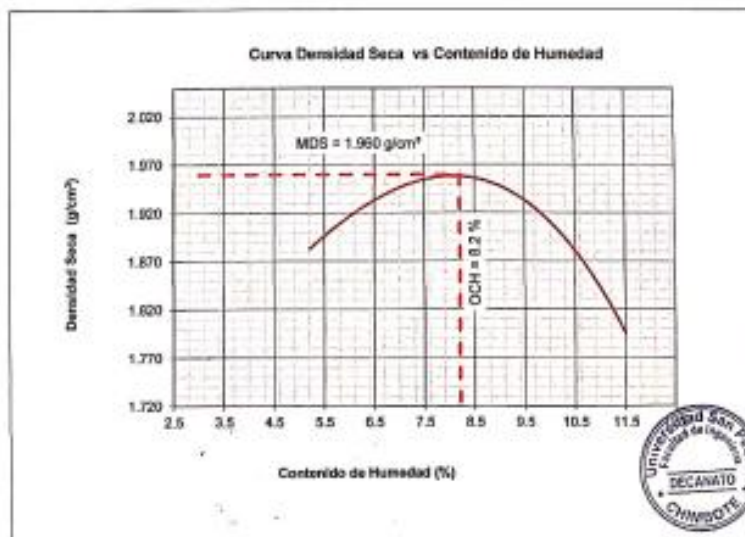
PROCTOR MODIFICADO - EXPERIMENTAL 10%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : "ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNOS DE
 ARTESANIA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023"
 MATERIAL :SUELO NATURAL + CENIZA DE MADERA
 CALICATA :1
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10/04/2024

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm ²			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7197	7455	7518	7247
02 - Peso del Molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4507.0	4765.0	4828.0	4557.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.981	2.095	2.122	2.003
06 - Tarro N°	01	01	02	03
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	439.6	530.0	449.0	650.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	419.8	496.5	414.7	590.3
09 - Peso del agua (g)	19.8	33.5	34.3	59.7
10 - Peso del tarro (g)	41.2	40.0	40.0	70.0
11 - Peso suelo seco (g)	378.6	456.5	374.7	520.3
12 - Contenido de Humedad (%)	5.2	7.3	9.2	11.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.883	1.952	1.943	1.796

Contenido Optimo Humedad **8.29 %** Densidad Seca Maxima, **1.960 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guiertruda Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR - EXPERIMENTAL 10%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH.MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : "ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNOS DE
 ARTESANIA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL + CENIZA DE MADERA
 CALICATA : 1
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10/04/2024

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)	9,213.0		8,980.0		8,530.0	
02 - Peso del molde (g)	4,420.0		4,567.0		4,582.0	
03 - Peso suelo humedo (g)	4,793.0		4,413.0		3,948.0	
04 - Volumen de molde, cm ³	2,210.000		2,141.000		2,012.000	
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.169		2.061		1.952	
06 - Tarro N°	0.0		0.0		0.0	
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	595.8		515.4		298.2	
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	544.6		469.2		275.1	
09 - Peso del agua (g)	51.2		46.2		23.1	
10 - Peso del tarro (g)	65.0		65.0		65.0	
11 - Peso suelo seco (g)	479.6		404.2		210.1	
12 - Contenido de humedad (%)	10.7		11.4		11.0	
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.960		1.850		1.768	
Expansión %						
Absorción						
Numero de molde	1		2		3	
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,793.0		4,413.0		3,948.0	
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,936.2		9,716.7		9,294.7	
03 - Peso del molde (g)	4,420.0		4,567.0		4,582.0	
04 - Peso suelo embebido (g)	5,516.2		5,149.7		4,712.7	
05 - Peso del agua absorbida (g)	723.2		736.7		764.7	
06 - Peso del suelo seco (g)	4,330.7		3,960.6		3,556.9	
07 - Absorción de agua (%)	16.7		18.6		21.6	
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	15.0	91.7	8.0	61.9	6.0	53.4
1.3	21.0	117.2	15.0	91.7	9.0	66.2
1.9	32.0	163.9	18.0	104.4	13.0	83.2
2.5	45.0	219.13	26.0	146.90	21.0	117.15
3.2	58.0	274.4	34.0	172.4	26.0	138.4
3.8	71.0	329.6	46.0	223.4	31.0	159.6
5.08	78.0	359.4	51.0	244.6	35.0	176.6
7.6	89.0	406.1	61.0	287.1	36.0	180.9
10.16	107.0	482.6	77.0	355.1	54.0	257.4
12.7	112.0	503.8	86.0	393.3	67.0	312.6
Carga (%)	219.13 kgf. [16.1%]		146.9 kgf. [10.8%]		117.15 kgf. [8.6%]	

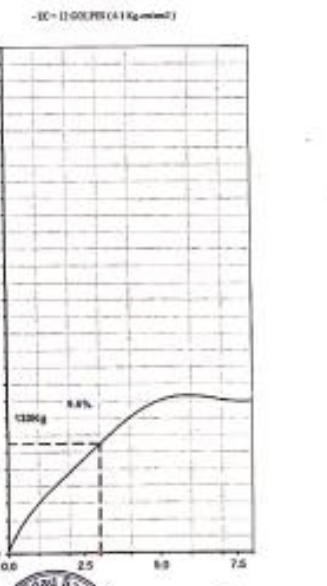
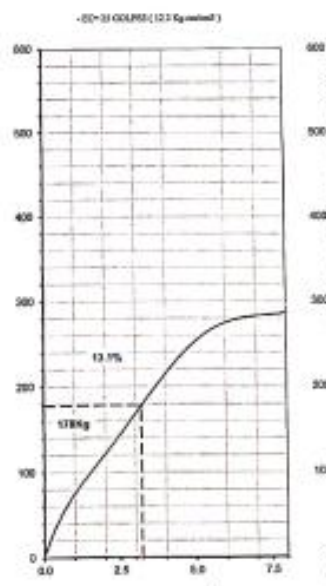
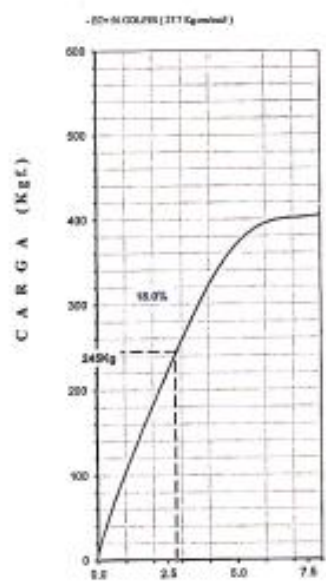
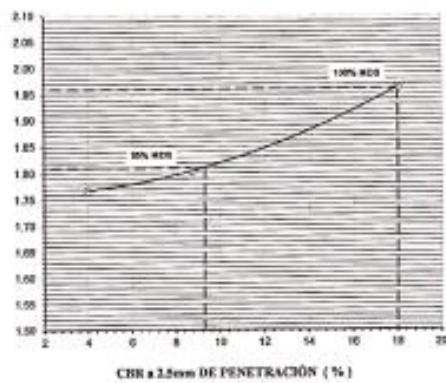
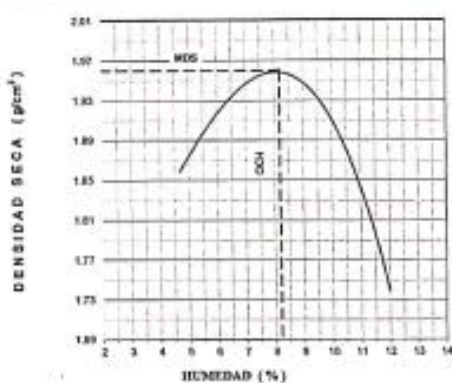


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guimeranda Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883] - EXPERIMENTAL 10%

NOMBRE : SADA MARQUE ORELLANO MILLER ROLANDO	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C
TESIS : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS-AOUCIENINCO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.860
CEREA DE MADURA DE FORMAS DE ARTESANÍA EN TROCHA CARIOGÉNICA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.2
HUANAZ - INGENIERÍA AMARILLO 2023	CBR AL 10% DE LA M.D.S. (%)	16.0
MATERIAL : TERRENO NATURAL + CEREA DE MADURA	CBR AL 50% DE LA M.D.S. (%)	6.3
CAUCATA : 2	SUCS :	LL : ~ IP : ~ G ₆₀ :
UBICACIÓN : RITAGUENIA HUANAZ-MICAY	ASIENTO :	EMBEJUDO : 4 días EXPANSIÓN :
FECHA : 10-Abr-2024	ASORCIÓN : 16.7 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 26.9 %



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumerindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería



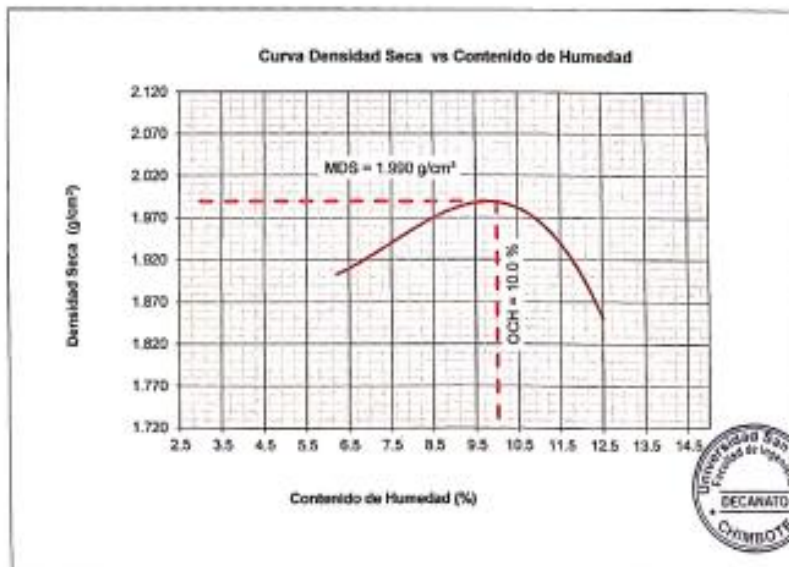
PROCTOR MODIFICADO - EXPERIMENTAL 20%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : "ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNOS DE
 ARTESANIA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023 "
 MATERIAL : SUELO NATURAL + CENIZA DE MADERA
 CALICATA : 1
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10/04/2024

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7287	7531	7672	7427
02 - Peso del Molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4597.0	4841.0	4982.0	4737.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.021	2.128	2.190	2.082
06 - Tarro N°	01	01	02	03
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	441.8	534.7	454.0	662.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	418.4	496.6	414.7	596.3
09 - Peso del agua (g)	23.4	38.1	39.3	65.7
10 - Peso del tarro (g)	41.2	40.0	40.0	70.0
11 - Peso suelo seco (g)	377.2	456.6	374.7	526.3
12 - Contenido de Humedad (%)	6.2	8.3	10.5	12.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.903	1.965	1.982	1.851

Contenido Óptimo Humedad **10.00 %** Densidad Seca Maxima, **1.990 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Cuifentado Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR - EXPERIMENTAL 20%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : "ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNO DE
 ARTESANIA EN TROCHA CARROZABLE HUÁRAZ - RATAQUENIA, ANCASH 2023"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL + CENIZA DE MADERA
 CALICATA : ,1
 LUGAR : RATAQUENIA-HUÁRAZ-ANCASH
 FECHA : 10/04/2024

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energía Compactación (kg-cm)/cm ³	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca (CIBR)						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,284.0	9,048.0	8,542.0			
02 - Peso del molde (g)	4,432.0	4,577.0	4,572.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,852.0	4,471.0	3,970.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,210.000	2,141.000	2,012.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.195	2.088	1.973			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	625.1	532.3	297.2			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	572.5	487.2	274.4			
09 - Peso del agua (g)	52.6	45.1	22.8			
10 - Peso del tarro (g)	64.0	65.0	65.0			
11 - Peso suelo seco (g)	508.5	422.2	209.4			
12 - Contenido de humedad (%)	10.3	10.7	10.9			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.990	1.887	1.778			
Expansion, %						
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,852.0	4,471.0	3,970.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	10,018.3	9,799.3	9,311.7			
03 - Peso del molde (g)	4,432.0	4,577.0	4,572.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	5,586.3	5,222.3	4,739.7			
05 - Peso del agua absorbida (g)	734.3	751.3	769.7			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,397.2	4,039.5	3,580.2			
07 - Absorción de agua (%)	16.7	18.6	21.5			
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	17.0	100.2	10.0	70.4	7.0	57.7
1.3	32.0	163.9	13.0	83.2	11.0	74.7
1.9	47.0	227.6	28.0	146.9	21.0	117.2
2.6	63.0	295.62	39.0	193.64	32.0	163.89
3.2	69.0	321.1	48.0	231.9	41.0	202.1
3.8	81.0	372.1	52.0	248.9	47.0	227.6
5.08	87.0	397.6	69.0	321.1	54.0	257.4
7.6	93.0	423.1	74.5	344.5	60.5	286.0
10.16	100.0	452.8	81.0	372.1	68.0	316.9
12.7	104.0	489.8	90.0	410.3	76.5	353.0
Carga (%)	295.62 kgf. (21.7%)		193.64 kgf. (14.2%)		163.89 kgf. (12%)	

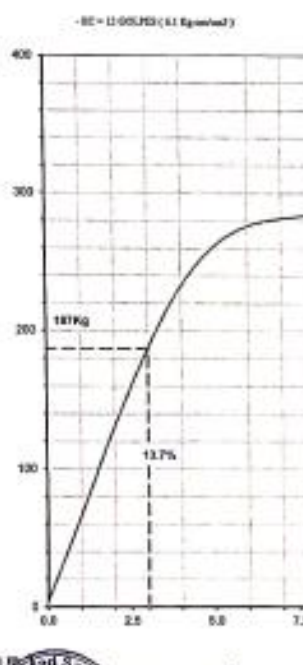
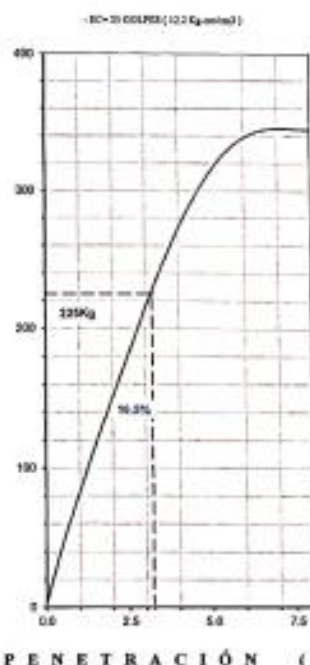
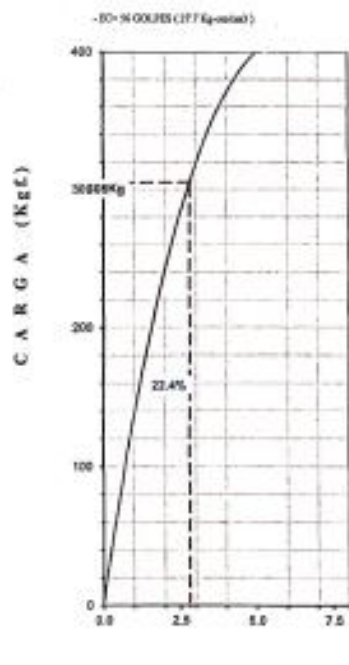
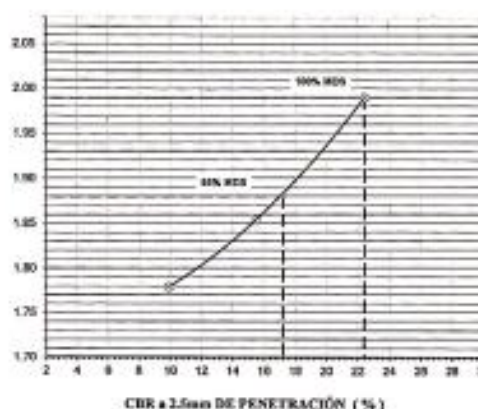
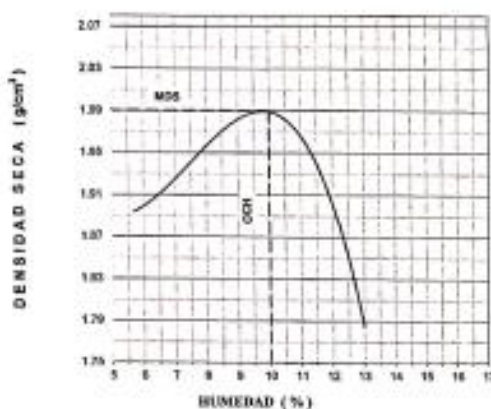


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guillermino Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883] - EXPERIMENTAL 20%

NOMBRE : INDI MARIQUE GRIELAND MILLER ROLANDO	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C
TÍTULO : ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ANCIANANDO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.990
CENSA DE SUELO DE HORNO DE ARTESANO EN TROCHA (AFIRMADE)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.0
UBICAZ : PATATEWAMA, ANCAH 2003	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	23.4
MATERIAL : TERRENO NATURAL + CENSA DE SUELO	CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)	17.2
CLASIFICACIÓN : 1	SUCS	LL : --, PL : --, CL : --, OL : --
UBICACIÓN : PATATEWAMA HARRAZ ANCAH	AGUENTO : 4 días	EXPANSIÓN : --
FECHA : 19-Abr-2024	ABSORCIÓN : 15.7 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 28.7 %



PENETRACIÓN (mm)





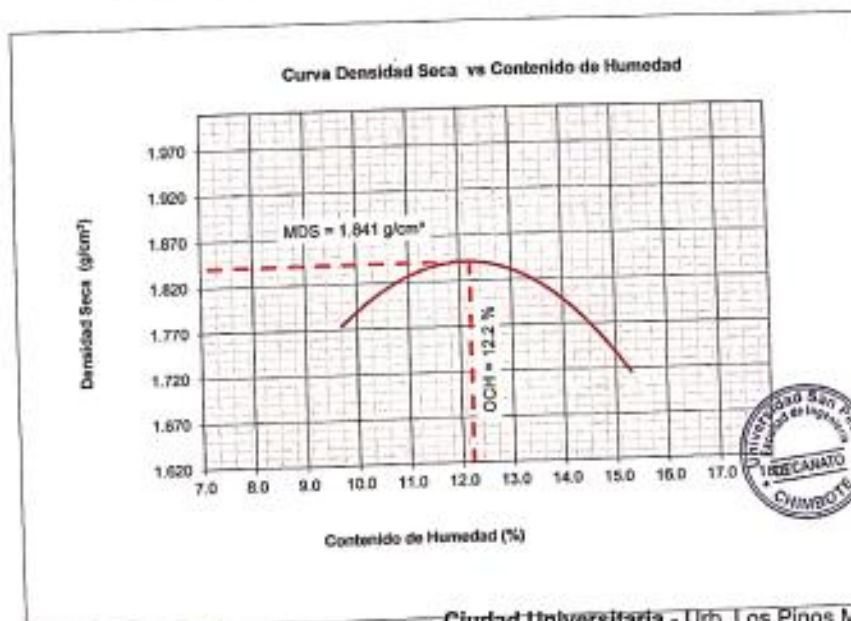
PROCTOR MODIFICADO - EXPERIMENTAL 30%

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : "ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNO DE
 ARTESANIA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023"
 MATERIAL : SUELO NATURAL + CENIZA DE MADERA
 CALICATA : 1
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10/04/2024

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7118	7356	7371	7189
02 - Peso del Molde (g)	2690.0	2690.0	2690.0	2690.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4428.0	4666.0	4681.0	4499.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2275.0	2275.0	2275.0	2275.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.946	2.051	2.058	1.978
06 - Tarro N°	01	01	02	03
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	457.8	538.0	488.0	679.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	420.8	488.4	414.7	598.3
09 - Peso del agua (g)	36.8	51.6	51.3	80.7
10 - Peso del tarro (g)	41.2	40.0	40.0	70.0
11 - Peso suelo seco (g)	379.6	448.4	374.7	528.3
12 - Contenido de Humedad (%)	9.7	11.6	13.7	15.3
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.774	1.838	1.810	1.715

Contenido Optimo Humedad **12.20 %** Densidad Seca Maxima, **1.841 g/cm³**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guzmán Flores Reyes
R. D. C. A. R. O.
Facultad de Ingeniería



**RELACION DE SOPORTE - CBR - EXPERIMENTAL 30%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : BACH MANRIQUE ORELLANO MILLER ROLANDO
 TESIS : "ESTABILIZACION DE LOS SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZA DE MADERA DE HORNOS DE
 ARTESANIA EN TROCHA CARROZABLE HUARAZ - RATAQUENUA, ANCASH 2023"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL + CENIZA DE MADERA
 CALICATA : .1
 LUGAR : RATAQUENUA-HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 10/04/2024

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	58	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm ²	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,132.0	9,004.0	8,542.0			
02 - Peso del molde (g)	4,432.0	4,577.0	4,572.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,700.0	4,427.0	3,970.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,210,000	2,141,000	2,012,000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	2.127	2.068	1.973			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	817.3	522.4	298.8			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	542.8	461.2	267.5			
09 - Peso del agua (g)	74.5	61.2	31.3			
10 - Peso del tarro (g)	64.0	65.0	65.0			
11 - Peso suelo seco (g)	478.8	396.2	202.5			
12 - Contenido de humedad (%)	15.5	15.4	15.5			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.841	1.791	1.709			
Expansion, %						
Absorcion						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,700.0	4,427.0	3,970.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,811.3	9,717.3	9,281.3			
03 - Peso del molde (g)	4,432.0	4,577.0	4,572.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	5,379.3	5,140.3	4,709.3			
05 - Peso del agua absorbida (g)	679.3	713.3	739.3			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,067.5	3,834.9	3,438.5			
07 - Absorción de agua (%)	16.7	18.6	21.5			
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	10.0	70.4	6.0	53.4	4.0	44.9
1.3	17.0	100.2	9.0	66.2	8.0	61.9
1.9	25.0	134.1	12.5	81.0	10.0	70.4
2.5	30.0	155.39	17.0	100.16	13.5	85.28
3.2	38.0	189.4	22.0	121.4	16.0	95.9
3.8	58.0	274.4	27.5	144.8	20.0	112.9
5.08	67.0	312.6	30.0	155.4	25.0	134.1
7.6	70.0	325.4	35.5	183.0	28.5	149.0
10.16	85.0	389.1	39.0	193.6	31.0	159.6
12.7	95.0	435.8	43.0	210.6	33.5	170.3
Carga [%]	155.39 kgf. [11.4%]		100.16 kgf. [7.4%]		85.28 kgf. [6.3%]	

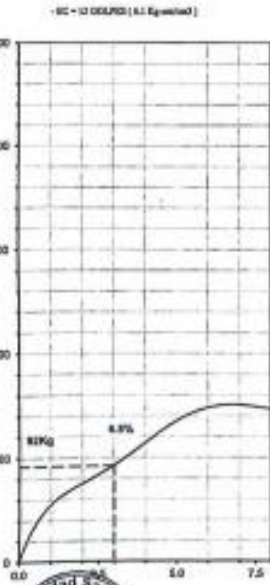
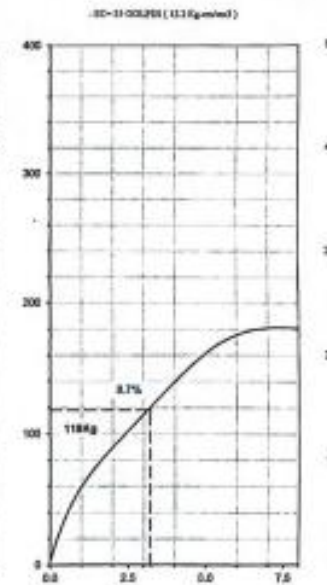
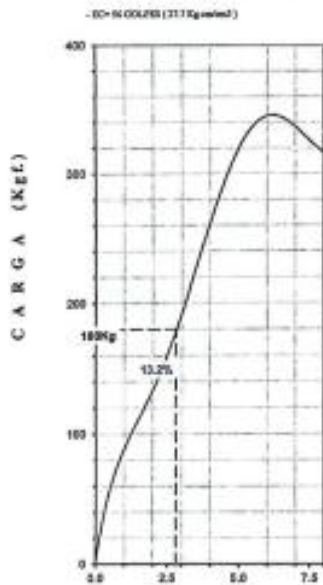
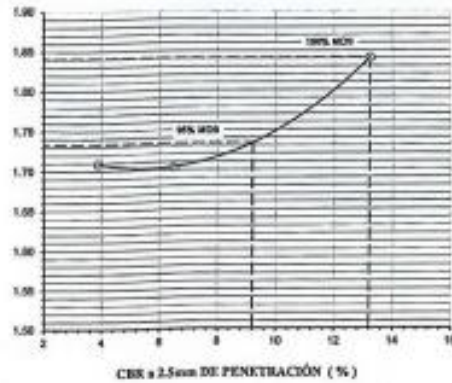
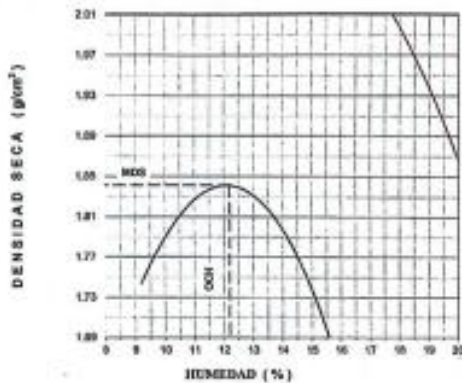


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Guineo Fianza Reyes
D.F.C.A.N.O.
Facultad de Ingeniería



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883] - EXPERIMENTAL 30%

NOMBRE : BACHILLERIE CRILLANO MILLET FELIANO	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	C
TEJIDO : ESTABILIZADOR DE LOS SUELOS ARELLUOSOS ADICIONADO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.841
CEREA DE MADERA DE SOPLOS DE ARTESANA EN TROCEN CARROÑALE	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.2
HUNTAZ - RINQUENSA, ANCAH: 2023	CBR AL 98% DE LA M.D.S. (%)	13.2
MATERIAL : TERRENO NATURAL + CEREA DE MADERA	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	9.2
CALICATA : 2.0	SUCS : LL : 10.7 PL : 1.0 GP : 88.3	
UBICACIÓN : RINQUENSA HUANAZANCAN	ANILTO : EMBEBIDO : 4 días EXPANSIÓN :	
FECHA : 10.Abr.2024	ABSORCIÓN : 10.7 % HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	28.0 %



PENETRACIÓN (mm)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Dr. Gumercindo Flores Reyes
DECANO
Facultad de Ingeniería

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
Mannique Orellano Miller Rolando		31657865	rolandomannique69@gmail.com
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de hornos de artesanías en trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, Ancash, 2023			
5. Programa Académico			
Ingeniería Civil			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público ³ (info:eu-repo/semantics/openAccess)	<input type="checkbox"/> Acceso restringido ⁴ (info:eu-repo/semantics/restrictedAccess) ^(*)		
<input type="checkbox"/> Embargo (Máximo 24 meses) (info:eu-repo/semantics/embargoedAccess)	Fecha de Liberación de embargo: ____ / ____ / ____ (Formato: día / mes / año)		
(*) En caso de restringido y embargo sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS ⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. ⁶

Huella Digital



Mannique Orellano Miller Rolando
Firma

Ciudad	Día	Mes	Año
Huaraz	17	10	23

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2.
- Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 006-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONCYTEC-DEGC (Numerales 5.2 y 6.7) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENATI "Las universidades, instituciones y entes de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Nota. - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, núm. 32.3).

REPORTE DE SIMILITUD

Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de madera de hornos de artesanías en trocha carrozable Huaraz - Rataquenua, Ancash, 2023.

INFORME DE ORIGINALIDAD

28% INDICE DE SIMILITUD	27% FUENTES DE INTERNET	% PUBLICACIONES	11% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	11%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
	Submitted to Universidad Privada del Norte	
6	Trabajo del estudiante	<1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
10	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
12	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
13	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1%
14	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1%

15	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
17	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %

24	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Broward Community College Trabajo del estudiante	<1 %
26	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
27	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
28	nacionkana.galeon.com Fuente de Internet	<1 %
29	abccarbon.com.pe Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Católica Boliviana "San Pablo" Trabajo del estudiante	<1 %
31	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
32	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %

33	saber.ucv.ve	Fuente de Internet	<1 %
34	es.scribd.com	Fuente de Internet	<1 %
35	ri-ng.uaq.mx	Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Fundacion Universitaria Juan de Castellanos	Trabajo del estudiante	<1 %
37	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	Trabajo del estudiante	<1 %
38	Submitted to Universidad Católica de Santa María	Trabajo del estudiante	<1 %
39	cienciayeducacion.com	Fuente de Internet	<1 %
40	alicia.concytec.gob.pe	Fuente de Internet	<1 %
41	catalonica.bnc.cat	Fuente de Internet	<1 %
42	idoc.pub	Fuente de Internet	<1 %
43	pmc.ncbi.nlm.nih.gov	Fuente de Internet	<1 %
44	pt.scribd.com	Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.upn.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
46	www.psicothema.com	Fuente de Internet	<1 %
47	www.slideboom.com	Fuente de Internet	<1 %
48	acervo.ufvjm.edu.br	Fuente de Internet	<1 %
49	dabar.srce.hr	Fuente de Internet	<1 %
50	pesquisa.bvsalud.org	Fuente de Internet	<1 %

51	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
54	repository.uamerica.edu.co Fuente de Internet	<1 %
55	Submitted to ucb Trabajo del estudiante	<1 %
56	www.elradar.es Fuente de Internet	<1 %
57	www.monografias.com Fuente de Internet	<1 %
58	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 10 words

Excluir bibliografía

Activo