



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilidad de suelos adicionando ceniza de cáscara de arroz en
camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Coronel Bances, Yosimar Alexander ([orci.org/0000-0002-1253-4478](https://orcid.org/0000-0002-1253-4478))

Guerra Flores, Nestor Juverly ([orci.org/0000-0003-3855-0959](https://orcid.org/0000-0003-3855-0959))

ASESOR:

Dr. Castillo Chávez, Juan Humberto ([orci.org/0000-0002-4701-3074](https://orcid.org/0000-0002-4701-3074))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

Dedicatoria

Agradecer a Dios por darme vida para poder llegar hasta donde estoy, un agradecimiento especial a mis padres especialmente a mi madre por ser siempre mi soporte mi motivación para salir adelante, también por sus consejos, enseñanzas, por su sacrificio día a día.

Un agradecimiento especial a mi pareja por su apoyo en todo momento en estos años de esfuerzo y sacrificio en la universidad.

A los docentes por aportar con sus enseñanzas para llegar a ser profesional.

Guerra Flores, Néstor Juverly

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por habernos dado la vida y permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional. A mi esposa, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padres por ser el motor y el motivo para seguir adelante y también a mis hijos, que a pesar de todas las dificultades siempre estuvieron a mi lado apoyándome siempre.

Coronel Bances, Yosimar Alexander

Agradecimiento

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, el título profesional como Ingeniero Civil.

A mis padres, por su trabajo y sacrificio, a mi pareja por el amor, apoyo y comprensión en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en un profesional.

Guerra Flores, Néstor Juverly

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mis padres e hijos, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, su apoyo incondicional y por estar siempre firmes hasta el final de mi carrera profesional.

A nuestras esposas, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

Coronel Bances, Yosimar Alexander

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Enfoque, Tipo y diseño de investigación	20
3.1. Operacionalización de Variables.	22
3.2. Población, muestra y muestreo y unidad de análisis.	24
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.5 Procedimientos.	29
3.6 Aspectos éticos.	30
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de puzolanas, Fuente: Chicaiza, oña (2018)	10
Tabla 2. Poder colorífico de cáscara de arroz	11
Tabla 3. Contenido de sílice de la ceniza de cáscara de arroz.	
Tabla 4. Tipologías de Subrasante en función del valor CBR	15
Tabla 5. Taxonomía de suelo por porte partícula	17
Tabla 6. Tipología de los suelos según plasticidad	18
Tabla 7. Constitución química de la CCA	19
Tabla 8. Matriz de Clasificación de Variables	
Tabla 9. Operacionalización de Variables	
Tabla 10. Coordenadas W GS 84 UTM - Calicatas	
Tabla 11. Resultados de análisis granulométrico-suelo patrón	31
Tabla 12. Resultados de análisis de plasticidad del suelo patrón	32
Tabla 13. Resultados del ensayo Proctor modificado del suelo patrón	33
Tabla 14. Resultado del análisis de granulometría con adición de CCA	34
Tabla 15. Resultados de plasticidad del suelo con adición de CCA	35
Tabla 16. Resultados de ensayo Proctor modificado con adiciones de CCA	36

Índice de gráficos y figuras

<i>Gráfico 1. Ensayo Proctor Modificado</i>	33
<i>Gráfico 2. Ensayo Proctor modificado con 10%</i>	
<i>Gráfico 3. Ensayo Proctor modificado con 15%</i>	
<i>Gráfico 4. Ensayo Proctor modificado con 20%</i>	
<i>Gráfico 5. Ensayo Proctor modificado con 25%</i>	
Figura 1. Horno de ladrillos, Fuente: Juárez 2012	12
Figura 2. Equipo de ensayo Proctor	16
Figura 3. Esquematización del diseño experimental	22
Figura 4. Diagrama de procedimientos	

Resumen

La investigación tuvo como objetivo el determinar la mejora en la estabilidad del suelo adicionando ceniza de cascará de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022. El estudio fue de tipología aplicada, con ruta cuantitativa, de nivel explicativo y con diseño experimental; haciendo uso de la técnica observacional, y como instrumentos se utilizó fichas guía de observación, donde se anotó los resultados de los ensayos de laboratorio, estos instrumentos fueron validados por dos ingenieros civiles magísteres, y un especialista en investigación. Se trabajo con muestras extraídas de 8 calicatas, a las cuales se les realizaron los ensayos de granulométricos, plasticidad, Proctor modificado y CBR. Resultados: el porcentaje de finos del suelo patrón que pasa el tamiz N° 200 en todas las muestras es elevado (>90%), lo que les da una clasificación de arcilla inorgánica de alta plasticidad (IP=29.16%), su CBR=4.01% (subrasante pobre); al adicionar CCA en porcentajes del 10%, 15%, 20%, y 25% el CBR a 9.46%, 11.80%, 13.48% y 14.37%. Conclusión: La adición de ceniza de cascara de arroz mejora significativamente la estabilidad del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.

Palabras clave: Ceniza de cáscara de arroz, estabilización de suelos, subrasante, arcillas, CBR.

Abstract

The objective of the research was to determine the improvement in soil stability by adding rice husk ash on the rural road La Lima de Huarango - San Ignacio 2022. The study was of an applied typology, with a quantitative route, at an explanatory level and with an experimental design; making use of the observational technique, and observation guide sheets were used as instruments, where the results of laboratory tests were noted, these instruments were validated by two magister civil engineers, and a research specialist. Work was carried out with samples taken from 8 test pits, which were subjected to granulometric, plasticity, modified Proctor and CBR tests. Results: the percentage of fines of the standard soil that passes the sieve No. 200 in all the samples is high (>90%), which gives them a classification of inorganic clay of high plasticity (IP=29.16%), its CBR= 4.01% (poor subgrade); when adding CCA in percentages of 10%, 15%, 20%, and 25% the CBR to 9.46%, 11.80%, 13.48% and 14.37%. Conclusion: The addition of rice husk ash significantly improves the stability of the rural road La Lima de Huarango - San Ignacio 2022.

Keywords: Rice husk ash, soil stabilization, subgrade, clays, CB

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

El Perú, de 137 países evaluados ocupa el puesto 108, en desarrollo de redes viales, la cual es de 165,371 km, de los cuales 23, 769 km solo estan pavimentados, y la gran parte 141,603 km se encuentra sin pavimentar, tiene una red rural de 114,648 km, la cual solo el 2% esta pavimentada (Ovidio, 2019). Datos que ponen al país por debajo de los otros países de latinoamérica, y que inciden sobre el desarrollo económico de sus pobladores, lo cual tiene mayores efectos sobre los pobladores asentados en zonas rural (ComexPerú, 2020).

En las zonas rurales de la sierra y selva del país predominan los suelos arcillosos, los cuales se caracterizan por su baja capacidad portante, alta plasticidad, expansivos ante la humedad, en otras palabras, son barrocos, más aún en tiempos lluviosos. Estos suelos son de difícil transitabilidad, lo cual dificulta la salida de los productos de campo a la ciudad (Orejon, 2018).

Los caminos de interconexión rural del Caserío La Lima, del distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, se encuentran en precarias condiciones y cada día se tornan más intransitables. En previo diagnostico se puede observar un tipo de suelo expansivo, ello por el predominio de arcillas, problema que se hace más latente en periodos lluviosos, ya que la exposición de las arcillas al agua, inciden sobre su resistencia y ello genera la expansión del pavimento; lo cual genera problemas de acceso, accidentes y además eleva los costos para los productores que tiene que sacar sus productos de sus parcelas para ser comercializados en los principales mercados.

Si tomamos en cuenta que en el ámbito de estudio, San Ignacio, se pertenece a la región Cajamarca, la cual se identifica como la séptima productora de arroz del país (186,759 toneladas anuales), según reporte de la (Dirección Regional de Agricultura Cajamarca [DRAC], 2020), la cual por tonelada de este cereal producido reporta como residuos de cascara de arroz 200 kg, al cual no se le brinda un adecuado valor agregado; y sabiendo que la ceniza de cascara de arroz en adelante CCA tiene un alto contenido de Sílice, que combinado produce

reacciones puzolánicas, se debe tomar en cuenta como un estabilizante de suelos de la zona (Ramal et al., 2019).

En Ecuador, Montero Trujillo (2017). *Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador*, En su investigación determinó que al preparar las muestras de hormigón se obtuvo una resistencia de compresión superiores a 21Mpa. Las proporciones utilizadas de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) fueron de 0%, 10%, 15%, 20% y 25%, siendo el porcentaje de 20% donde se alcanzó la máxima resistencia la cual fue de 28 Mpa, al adicionar porcentajes elevados, la resistencia disminuyó a 21 Mpa, esto debido al aumento del agua que se tuvo que agregar para tener una buena trabajabilidad del concreto. luego, la mezcla de 15% de CCA, tiene mayores beneficios de concreto fresco.

En Perú, Durán (2016) realizó un estudio experimental para el mejoramiento de suelo con presencia de arcillosa utilizando ceniza de madera de los hornos de las ladrilleras artesanales, determinó que existe un mejoramiento de la capacidad de soporte del suelo. Esta investigación se realizó con ensayos de compresión simple, triaxial Cu y de resistencia.

También está el trabajo de investigación de López (2021), *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante de la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín*, donde concluye que adicionando un 15% de CCA es de 10,5% de CBR.

En Ayacucho, asimismo, Mamani y Yataco (2017) Analizaron “El efecto que tiene en el suelo arcilloso la incorporación de la ceniza de madera, que se genera de la calcinación del eucalipto usado como combustible en ladrilleras artesanales de Ayacucho”. En la cual llegaron a la conclusión que, al agregar la ceniza de madera, este puede mejorar significativamente las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, en donde disminuye el límite líquido y la humedad óptima.

Luego, se tiene un incremento de la cohesión, en el ángulo de fricción, densidad seca y la gravedad específica.

1.2. Planteamiento del Problema.

¿Cómo mejora la estabilidad del suelo adicionando ceniza de cáscara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?

1.3. Justificación.

1.3.1. Justificación general.

Este estudio surge de la necesidad de poder lograr la estabilización de caminos rurales y se justifica en la medida que aporta en lo técnico, social, económico y ambiental. En lo técnico aporta en una solución factible en la mejora de las propiedades físicas y mecánica de los suelos rurales.

En lo económico la propuesta hace uso de residuos agroindustriales que se encuentran en el entorno de estudio y tiene un bajo costo y beneficios altos, lo cual brinda una relación Beneficio/Costo aceptable.

1.3.2. Justificación teórica

la presente investigación se justifica; porque busca la aplicación de conocimientos básicos para realizar los diseños de adición de CCA, al suelo de la subrasante, donde se le adiciona el material ecológico.

1.3.3. Justificación práctica

La presente investigación en realidad se justifica por ser una alternativa de solución ofrecida a la CCA para la reutilización, de los arrozales de la zona, que se ubican en espacios abiertos, contaminando el medio ambiente y generando el deterioro de la salud de los vecinos de la zona.

1.3.4. Justificación metodológica

El estudio actual es metodológicamente sólido ya que el objetivo es factible y aplicable en un área donde este material es abundante.

Utilizando técnicas de recopilación de datos como guías de observación, los instrumentos de recopilación de datos se adjuntan a las hojas de observación para mostrar las características físicas del suelo que se analiza.

Y los respectivos porcentajes adicionados en el laboratorio, mediante las normas reconocidas internacionalmente.

I.3.5. Justificación social

El presente estudio tiene una base social debido al uso de materiales amigables con el ambiente como el CCA, evitando la contaminación y molestias que causan los desechos antes mencionados, así como la contaminación del agua y cultivos en la zona.

Al hacer uso de residuos agroindustriales, como cascara de arroz, tiene efectos positivos sobre la emisión de partículas de polvo y la reutilización de residuos que tirados inadecuadamente son contaminantes

También se benefician los productores y habitantes circundantes, ya que mejora la resistencia y se gana mayor transitabilidad, lo cual facilita la salida de productos agrícolas hacia los mercados y así mismo disminuye el número de accidentes.

A la vez sirve como una propuesta innovadora que incentivara la reutilización de CCA.

Además, el estudio y sus hallazgos se incluyen como recomendaciones para su extensión e inclusión en futuros estudios que propongan el uso de CCA.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Determinan mejoramiento de estabilidad de suelos por adición de ceniza de cascarilla de arroz a caminos rurales La Lima de Huarango – San Ignacio 2022

1.4.2. Objetivos específicos.

- (i) Determinar las propiedades mecánico-físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.
- (ii) Determinación de propiedades físico-mecánicas de suelos adicionados con ceniza de cascarilla de arroz en caminos rurales La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.
- (iii) Determinación del porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascarilla de arroz en caminos rurales La Lima de Huarango – San Ignacio 2022

1.5. Hipótesis.

1.5.1. Hipótesis general.

La adición de ceniza de cascara de arroz mejora significativamente la estabilidad de la vía La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.

Como hipótesis secundarias se tuvo:

- (i) Las propiedades mecánicas y físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022 son deficientes.
- (ii) óptimas propiedades físicas y mecánicas del suelo adicionado con ceniza de cascarilla de arroz de la vía La Lima de Huarango – San Ignacio 2022

(iii) El porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascará de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022 será del 10%.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

En el ámbito extranjero se han encontrado investigaciones como la de Calderón y Aponte (2020), realizan un análisis de los factores mecánico-físicos de suelos limosos y de baja plasticidad baja, adicionando CCA.: La investigación fue de tipo experimental, de enfoque cuantitativo; donde se adiciono 12% de CCA, en una muestra de suelo nativo, tomando como referente la NTC – INVIAS – 13; y mediante ensayos de laboratorio: Granulometría mediante tamizado, límites de Atterberg, ensayo de compactación modificado (Proctor), y resistencia inconfiada. Teniendo como conclusión, la agregación planteada, con una compactación de 56 golpes mejora las propiedades resistentes del suelo.

Barragán y Cuervo (2019), se plantean como objetivo investigativo, el analizar las propiedades mecánicas y físicas relacionadas a la resistencia de un suelo arcilloso, en Colombia. La investigación fue aplicada, de diseño experimental, de enfoque cuantitativo, tomando como referencia la normatividad colombiana de construcción de pavimentos INVIAS – 13. En laboratorio se realizaron los ensayos de: Granulometría del suelo natural por medio de tamizado, límites de Atterberg, Ensayo modificado de compactación y la prueba de soporte CBR. De la experimentación se evidencian efectos positivos adicionando 1% de CCA, sobre la capacidad de soporte del suelo, esta se incrementa en un 19%, comparada con las condiciones iniciales del suelo. No obstante, su expansión se incrementó en 0.09%.

Adajar et al. (2019), se plantean como objetivo brindar una solución factiblemente económica y amigable con el medio ambiente, mediante la reutilización de cascara de arroz, llevándola a CCA y adicionándola en suelos expansivos. El estudio fue aplicado, con orientación cuantitativa, experimental de laboratorio. Los ensayos

muestran que la agregación de 20% y 25% de CCA mitigan la potencia expansiva del suelo, así mismo se muestra mejoras de los límites de Atterberg (-36.32% límite Líquido y - 64,75% en el índice de plasticidad); por el contrario, se observa una baja en la compactación y resistencia a la compresión libre. La RC no confiada disminuyó en 194,2 kPa. Llegando a concluir que la adición de CCA disminuye el hinchamiento del suelo, pero la compactación y la RC decaen.

En el ámbito nacional se han encontrado los siguientes estudios relacionados: Olano et al. (2021), se fijan como objetivo de investigación el descubrir la dosificación óptima de ceniza de cascarilla de café arábico (CCCA) para estabilizar un suelo cohesivo en Bagua (carretera de Guineas a Mañumal). Metodología: Su estudio es empírico, de método cuantitativo, y de experimentación en laboratorio; haciendo uso de la observación en laboratorio, llevando los datos observados a una ficha de recolección de datos. Resultados: El suelo presenta resistencia baja (4.7%, con un CBR al 95%); la incorporación de CCCA del 10, 15, 20 y 25%, mejora considerablemente la resistencia del suelo en todas las calicatas evaluadas. Conclusión: La dosificación óptima es la de 15% de CCCA sobre el peso de la muestra, ya que es la que presenta un mayor CBR.

Requejo (2020), analiza las propiedades mecánicas y físicas de suelos arenosos en su estado nativo del pueblo Joven las Dunas en la provincia de Lambayeque, adicionando CCA. La investigación es aplicada, cuantitativa, de diseño explicativo experimental. Los resultados indican que el suelo nativo tiene un contenido de humedad del 0.05%, no presenta plasticidad y le da una clasificación según SUCS de suelo pobre y según AASHTO como suelo A-2-4, los ensayos de CBR dan un valor promedio de 22.47%, con una DMS 1.690 g/cm³; la adición del 3 – 5 – 7 - 9%, de CCA, incrementa el CBR de 23.30 – 24.87 – 25.50 – y 22.93%, lo que hace evidente la mejora significativa en la resistencia del suelo en estudio.

En esta misma línea de investigación Díaz (2018), se planteó como objetivo evaluar el efecto de la CCA sobre la conducta mecánica de subrasante de una carretera en el Amazonas. Su estudio fue aplicado, de método cuantitativo y hace uso de la experimentación. En un primer momento se evalúa el suelo, mediante

granulometría, límites de Atterberg, ensayo Proctor y soporte. Los estudios ponen en evidencia que la adición de 20% de CCA, incrementa la resistencia de la subrasante, así como también se minimizan considerablemente las deformaciones transversales que generan las cargas tráficas, así mismo disminuye la asimilación de agua, mejorando así la estabilidad del suelo en estudio. Además, que se ven disminuidos los costos ya que el aditivo es una materia que abunda en la zona de estudio.

En función a los antecedentes se puede determinar que la agregación de CCA ha sido evaluada en estabilidad de suelos pobres por varios estudiosos de la construcción, demostrando que un porcentaje adecuado de CCA combinado en suelos pobres, podría llegar a maximizar la resistencia de este tipo de suelos.

En términos humanos, simple y llanamente, el suelo es la superficie continua de la corteza terrestre. Bajo tierra, todo lo que se eleva por debajo de esa superficie (Regal, 2018).

La "ingeniería del suelo" puede definirse como aquella rama de la ciencia del ingeniero, que estudia el suelo y su comportamiento, considerándolo como un material estructural (Moscoso, 2020).

Los suelos se pueden clasificar según su granulometría en suelos granulares, los cuales están conformados por grava y arena, y suelos finos que están conformados por limos y arcillas (Campagnoli, 2017). Si tengo un suelo que el porcentaje de finos que pasa la malla N° 200, es menor al 20%, se puede decir, que es un suelo granular, y de alta capacidad portante; y si este porcentaje supera 80% será un suelo compuesto por finos, y de baja capacidad de carga (Gómez, 2019).

2.2. Bases teóricas.

Ceniza de Cascara de Arroz (CCA)

La Cascará de arroz (CA)

La planta de arroz, conocida científicamente como *Orizac Sativa*, pertenece a la familia de las gramíneas, tiene cuatro componentes fundamentales: epidermis, endospermo, germen y cascarilla o paja de arroz.

Gutiérrez citado por Aguilar (2009) indica que “el endospermo representa alrededor del 70% del volumen del grano que constituye al final del proceso el arroz blanco, la cutícula o polvillo alcanza un 6.8% en volumen en el grano de arroz y es utilizado como alimento para animales por su alto contenido de grasas. La cáscara o pajilla, constituye aproximadamente el 20% en peso del grano y es separado en el pilado formándose abundantes volúmenes de cascarilla en el área de los molinos, lo que origina problemas de espacio por la acumulación de este desecho” (p. 28).

La Ceniza de Cascara de Arroz (CCA)

La cascarilla de arroz es el residuo orgánico más importante en la producción de arroz. Representa alrededor del 20% de la producción mundial de arroz, por lo que la disposición final es un problema para estos países productores.

Es por eso que la reutilización de este material incluye una forma de reciclado, una de las cuales se produce mediante incineración controlada, que da como resultado cenizas de cascarilla de arroz.

Esta por tener un alto contenido de sílice y propiedades puzolánicas, y debido a su alta abundancia en todo el mundo, se puede utilizar de manera industrial en un futuro no muy lejano.

La puzolana sus componentes principales son sílice reactiva y aluminio, estos elementos le dan propiedades adhesivas al material con presencia de agua.

Tipo de puzolanas.

Puzolanas	
Artificiales	Arcillas calcinadas, Cenizas pulverizadas de carbón de piedra, cenizas de residuos agrícolas quemados, cenizas volantes, humo de sílice
Naturales	Cenizas Volcánicas, Diatomita, materias sedimentarias de origen animal o vegetal

Tabla 1. Tipos de puzolanas, Fuente: Chicaiza, oña (2018)

El uso de cenizas de cascarilla de arroz como estabilizador de arcilla expandida, los estudios han concluido que la adición de este material es parte de tecnología verde, accesible y económica. Sus características similares a las partículas de arcilla hacen que se pueda utilizar como sustituto a diferentes porcentajes de peso de muestra, reduciendo su abultamiento y aumentando la resistencia del suelo.

La adición de cenizas de arcilla debe realizarse en condiciones controladas como se detalla en las especificaciones técnicas, Publicad por el sitio web. PRACTICAL ACTION, Thechnology challenging poverty (1994).

En este artículo "Puzolanas" refiere que la incineración debe realizarse a temperatura por debajo a 700° C, porque a esta temperatura la sílice se cristaliza y pierde sus propiedades.

En hornos industriales se obtienen del 90% al 95% de sílice, ya que si se quema en ambientes abiertos se desperdicia la cascarilla de arroz ya que se obtiene gran cantidad de sílice sin reaccionar.

Propiedades físicas de la CCA

Las cascavas de arroz son pequeñas fibras que recubren naturalmente el grano para protegerlo de la contaminación. Su longitud varía de 5 a 11 mm en diferentes especies, y la estructura es de aspecto curvo e irregular. Es muy duradero y tiene una dureza de Mosh 6 en condiciones naturales.

Su principal característica de la CCA, es su poder calorífico, ya que ello influye en la cantidad de sílice.

PODER CALORÍFICO	CONTENIDO DE HUMEDAD
19880	0
17644	10
15412	20
13180	30
10947	40
8715	50
6413	60

Tabla 2. Poder calorífico de cáscara de arroz
Fuente: Allauca y lung, 2009

Propiedades químicas de la CCA.

Su contenido de dióxido de silicio (SiO_2) es muy alto, igual al 83.20% de otras variables de arroz, y el SiO_2 alcanza el 95%, lo cual es adecuado como material de construcción.

Componente Químico	Porcentaje
SiO_2	83.20
Al_2O_3	0.95
Fe_2O_3	1.05
CaO	1.02
MgO	1.03
K_2O	1.29
Na_2O	0.15
P_2O_5	0.40
SO_3	0.13
TiO_2	0.08
CL	0.07
Total	99.97

Métodos para Obtenerlo

Hay diferentes técnicas de incineración, pero abordaremos las más conocidas y son las siguientes:

Campo abierto

Técnica que consiste en reducir la cascara a cenizas, se realiza en cerco de ladrillos construido para tal fin con un diámetro no mayor a 16m, la cascara se apilada de 2.5m de altura, se usan para obtener ceniza negra.

Lo negativo de esta técnica es que la temperatura no se puede controlar, debido a las temperaturas altas y formación de estructuras silíceas altamente cristalinas (cristobalita y tridimita).

Hornos (cuadrados o circulares)

Estos tienen paredes de ladrillo y están dispuestos de tal manera que permiten la entrada de aire al interior, y su chimenea se extiende hasta el fondo del horno

Esta tecnología de incineración produce ceniza blanca, de alta actividad, es amorfa y pequeña cantidad de cuarzo cristalino.

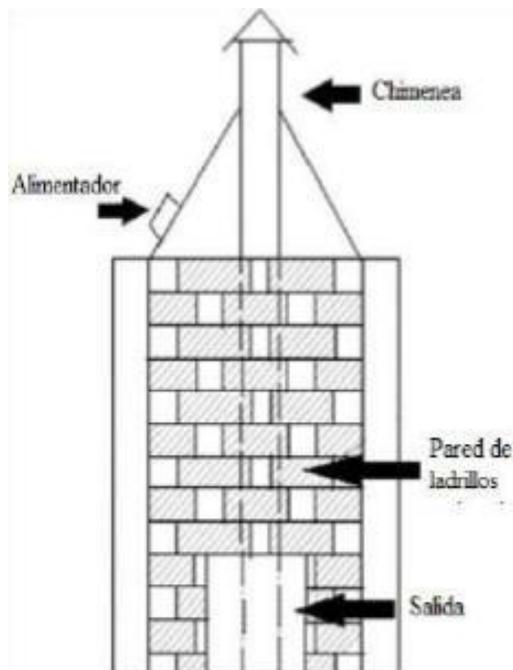


Figura 1. Horno de ladrillos, Fuente: Juárez 2012

Estabilización de Suelos

La estabilización de suelos es un proceso para mejorar su calidad con el fin de aprovechar sus propiedades mecánicas, físicas y químicas que corresponden a las condiciones ambientales de operación. El suelo estabilizado aumenta su capacidad portante y mejora la transitabilidad, ya que una buena compactación aumenta su resistencia para que no se deforme demasiado con el tiempo (Torres, 2021). Según Alvarado y Guerra (2018), la estabilización de suelos tiene como finalidad mejorar el comportamiento de la estructura mediante tratamiento mecánico o agregación de productos químicos, proporcionando así una mejor distribución de fuerzas en la calzada.

Para Kodicherla y Nandiala (2019), la estabilización del suelo es crucial en la construcción de pavimentos, ya que de ella depende la resistencia requerida para todos los proyectos de pavimentos. Según Rivera et al., en el método de estabilización de suelos. (2020) tenemos: estabilización mecánica, física, química y biológica.

La estabilidad mecánica

Se trata de la compactación dinámica o estática del suelo para aumentar su densidad, resistencia mecánica y reducir la porosidad y la permeabilidad. Este tipo de estabilización requiere la combinación de dos o más suelos con diferentes tamaños de grano. Su densidad es más alta cuando la distribución sigue una parábola de Fuller $[p=100(d/D)^{0,5}]$, que representa la gradación del tamaño de

partícula correspondiente, p representa el porcentaje de paso, d es el diámetro de la partícula y D es la apertura de la malla.

La combinación de materiales con granulometría diferente se combina donde se va a construir, en una planta o en una zona de cantera. Esta mezcla será colocada y compactada a la densidad requerida, si después del proceso, la mezcla no reúne las condiciones necesarias, se deberá adicionar algún aditivo.

La estabilización física

Intenta cambiar las propiedades del suelo interfiriendo en algunas de sus propiedades para darle nuevas características estructurales (Santiago, 2017).

La estabilización química

Implica agregar otros materiales o productos químicos al suelo, cambiar sus propiedades a través de reacciones fisicoquímicas o crear una matriz que mantiene unidas las partículas del suelo (Solminihac et al., 2018). Para este tipo de estabilización se utilizan varios materiales, entre los que destacan el cemento y la cal (común), pero en los últimos años productos como sales (cloruro sódico, cloruro cálcico) y residuos o subproductos industriales (plásticos, cenizas de productos agrícolas, etc.) se han vuelto cada vez más importantes.

Por último, la estabilización biológica, consiste básicamente en la utilización de enzimas biológicas que al ser incorporadas al suelo actúan aumentando el grado de aglutinamiento y compactación de las partículas del suelo, como consecuencia de un intercambio catiónico en la estructura del suelo que da lugar a un proceso de cementación acelerado (Alarcón et al., 2020).

En construcción de caminos se analiza primero las condiciones mecánicas de la subrasante (capa superficial del terreno natural), su capacidad de resistencia junto con las características de superficie de rodadura son las variables a tener en cuenta en el diseño del afirmado (Duque et al., 2019).

Evaluación de las Propiedades físicas de los suelos

-Ensayo CBR.

Entre los ensayos más utilizados, destaca la Relación de Soporte de California (RSC/CBR), que da a conocer de manera practica la resistencia en cualquier tipo de capa de suelo (subrasante, subbase y base).

Según el manual de carreteras sin pavimentar, se identifican 5 tipos de subrasante:

Tabla 4. Tipologías de Subrasante en función del valor CBR

Tipología	% CBR
S 4: S. Muy buena	CBR mayor a 20%
S 3: S. Buena	CBR entre 11% - 19%
S 2: S. Regular	CBR entre 6% - 10%
S 1: S. Pobre	CBR entre 3% - 5%
S 0: S. Muy pobre	CBR menor al 3%

Tabla 4. Tipologías de Subrasante en función del valor CBR

-Ensayo Proctor.

Ensayos de compactación: entre los que destacan el ensayo Proctor normal y el modificado, los cuales determinan la relación que existe entre la densidad máxima seca y la humedad de compactar de los materiales utilizados en capas.

El procedimiento de cada uno de estos ensayos es casi idéntico, solo se modifican algunos parámetros de la prueba.



Figura 2. Equipo de ensayo Proctor

Figura 1. Equipo de ensayo Proctor

El ensayo Proctor, tiene como fin la obtención de la densidad máxima seca del suelo y la humedad propicia para lograr esa densidad. Para ello se necesita un cilindro de capacidad de 1000 cm³, el cual se llenará en tres armadas, e ira compactando con un mazo, tal como los que se muestra en la figura 1. Una vez compactado el material, se toma muestra de la parte central, zona donde se evaluará la densidad y humedad, llevando estos valores a un gráfico, el cual me brindará la llamada curva de compactación, la cual me brinda los valores de densidad máxima seca y la humedad requerida para alcanzar dicha densidad (Aldana, 2021).

-Propiedades físicas de los suelos

Granulometría: Propiedad física que da a conocer la medida de los agregados por medio del tamiz, logrando así estimar con aproximación sus propiedades del suelo de interés (Requejo, 2019).

Plasticidad: Propiedad que expresan los suelos en la modificación de su consistencia, en otras palabras, su resistencia al corte, en referencia a su humedad.

Humedad natural: Esta es una propiedad de total importancia de los suelos; ya que, la resistencia de la subrasante, específicamente de finos, asociándose con sus propiedades de densidad y humedad de estos.

-Ensayos físicos

Análisis Granulométrico del Suelo

Otro ensayo importante es el de Granulometría, ya que, mediante su distribución, se identifica el porte de partículas (Calderón y Aponte, 2020).

Tiene como objetivo el determinar la proporción de sus diversos elementos constituyentes que pueden ser clasificados según su tamaño, como se puede ver en la tabla siguiente.

Tabla 5. Taxonomía de suelo por porte partícula

Tipología	Porte de partículas
Grava	75 mm. a 4.75 mm.
Arena	A. Gruesa: 4.75 mm. a 2.00 mm.
	A. Media: 2.00 mm. a 0.425 mm.
	A. Fina: 0.425 mm. a 0.075 mm.
Limo	0.075 mm. a 0.005 mm.
Arcilla	Menos de 0.005 mm.

Tabla 5. Taxonomía de suelo por porte partícula

Fuente: Tabla adaptada de mecánica de suelos aplicado a carreteras de Moscoso (2020)

La granulometría me brinda una clasificación del suelo, tomando como referencia la clasificación AASTHO.

Los límites de consistencia (límites de Atterberg), evalúan la sensibilidad del suelo en función de contención de humedad, los cuales pueden ser suelos según su grado de humectación: líquido, plástico, semisólido o sólido (Carranza y De la Cruz, 2021).

El límite líquido (LL) es el contenido máximo de agua que un suelo puede contener si no puede pasar al estado líquido desde la etapa plástica. Cabe recalcar que la condición es que fluya cuando resiste el corte de la tierra pobre y los esfuerzos para hacer frente a la luz.

El límite plástico (LP) se define como el contenido mínimo de humedad en el que puede volver al estado plástico. En esta condición, el suelo puede deformarse o formarse rápidamente sin rebote, cambio de volumen, agrietamiento o colapso. Si el contenido de humedad supera el límite plástico, la estabilidad del suelo disminuye muy significativamente (Hidalgo y Saavedra, 2020).

El índice de plasticidad (PI) es el resultado de la diferencia entre LL-LP. IP indica el grado de humedad (estado plástico del suelo), es decir antes de que se vuelva plástico (antes de que alcance un estado líquido), lo que le da una buena clasificación del suelo. Según el Manual de Suelos y Coberturas (2019), los siguientes tipos de suelo son:

Tabla 6. Tipología de los suelos según plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
IP>20	Alta	Suelos muy arcillados
7<IP≤20	Media	Suelos arcillados
IP<7	Baja	Suelos poco arcillados
IP=0	No plástico	Suelos no arcillados

Tabla 6. Tipología de los suelos según plasticidad
Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos 2014

La ceniza de cascarilla de arroz (CCA), sustancia que se obtiene de la quema de cascarilla de arroz y que contiene elementos químicos como dióxido de silicio, silicato, magnesio, calcio (Camargo, 2017), es una opción energética abundante en la costa peruana, especialmente en las provincias . de San Martín, Lambayeca, Piura, Amazonas, Arequipa, La Libertada y Cajamarca. El estudio calculó que por cada tonelada de arroz cosechado se obtienen 200 kg de cascarilla de arroz. Esta ceniza tiene grandes propiedades aportantes para la industria de la construcción,

tal como un elevado contenido de sílice en su Composición química, tal como se puede mostrar en la siguiente tabla:

Tabla 7. Constitución química de la CCA

Componentes	%
Sílice.	94.10
Oxido de calcio.	0.55
Oxido de magnesio.	0.95
Oxido de potasio.	2.10
Oxido de sodio.	0.11
Sulfato.	0.06
Cloro.	0.05
Oxido de titanio.	0.05
Oxido de aluminio.	0.12
Otros	1.82

Tabla 7. Constitución química de la CCA
Fuente: (Requejo, 2019)

Las CCA aportan en la estabilización de suelos, tanto en lo mecánico y químico. El aporte mecánico se da por medio de su granulometría fina, que rellena los huecos entre granos gruesos que componen las arenas y los sedimentos, lo cual brinda una mayor resistencia a la compresión (RC), mientras que en la estabilidad química su elevado contenido de sílice aporta en lo cementante.

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque de la Investigación

La investigación seguida los lineamientos del enfoque cuantitativo.

Se denomina método cuantitativo cuando se hace una recolección de datos con el fin de contrastar Hipótesis, fundamentada en mediciones con números y un riguroso análisis estadístico, probando conductas y teorías (Hernández et al., 2014).

3.1.2. Tipo de Investigación:

3.1.2.1. Por el Propósito.

En este estudio, es necesario según la finalidad para la que se utilice; ya que utiliza los principios y conocimientos derivados del estándar líder y el estándar de prueba Proctor modificado, está sujeto a las limitaciones de ASTM D 1557 - NTP 339.141 (modificado) y ASTM D 698 - NTP 339.142 (estándar).

Y los procedimientos del ensayo de CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO), para determinar el índice de resistencia del suelo, según la norma ASTM – D 1883 / NTP 339.145.

Asimismo, para el CONCYTEC (2018), las investigaciones son de tipología básica o aplicada. La investigación aquí presenta fue de tipología aplicada, puesto que propone una alternativa practica para la estabilidad de suelos pobres, brindando una solución a un problema en común de los caminos rurales (Nieto, 2018).

3.1.2.2. Por el Diseño.

La investigación fue de diseño investigativo experimental en laboratorio – longitudinal, ya que se realiza más de una medición antes y después. Este tipo de diseño evalúa la relación causa - efecto entre variables (Hernández et al., 2014).

3.1.2.3. Por el Nivel de Estudio.

Este estudio por el nivel de investigación es explicativo, ya que consiste en el comportamiento de variables en relación con otras variables, donde se busca la causa de los eventos a través de la causalidad.

Este nivel de investigación permite establecer relaciones entre conceptos la capacidad de investigar la causa del comportamiento de un determinado evento; En otras palabras, para obtener respuestas a las causas y sus fenómenos.

Destinado a fines de investigación (Hernández et al., 2014, p. 12). 95).

3.1.3. Diseño de Investigación.

Este estudio es experimental ya que involucra análisis de laboratorio antes y después de la aplicación.

También existe la manipulación deliberada de variables independientes donde se demuestran efectos sobre la variable dependiente, este debe ser un diseño cuasi-experimental ya que se basa y sustenta en observaciones.

Nuevamente, con fines experimentales, las pruebas se realizaron de acuerdo con los estándares.

Longitudinal, porque se realiza más de una medición en el afán de observar los cambios de la adición.

Esquemmatización del diseño experimental

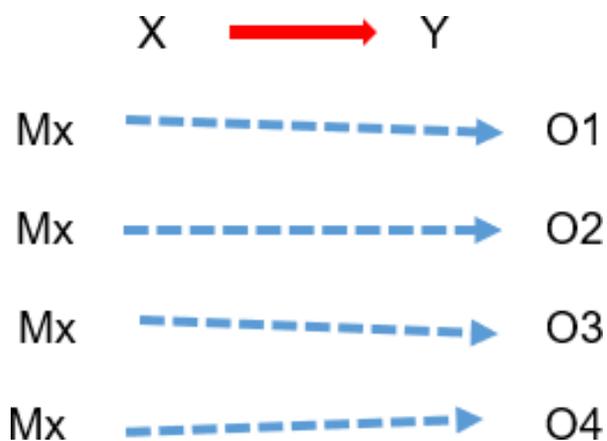


Figura 3. Esquemmatización del diseño experimental

Dónde

Mx: Muestra suelo

X: Variable dependiente

O: Variable Independiente

O1, O2, O3, O4: Porcentajes de agregación de CCA

3.2. Operacionalización de Variables.

3.2.1. Variables.

V. dependiente: Estabilidad de suelos rurales

La estabilización de suelos es un proceso para mejorar su calidad con el fin de promover las condiciones ambientales a través de sus propiedades mecánicas, físicas y químicas (Torres, 2021).

Definición operacional: Se evalúo mediante sus propiedades mecánicas y físicas.

Dimensiones:

1. Propiedades físicas

Indicadores: Determinación del contenido de humedad, Análisis de Granulometría, Límites de Atterberg, e Índice de plasticidad

2. Propiedades mecánicas

Indicadores: CBR

Variable Independiente: Ceniza de cascara de arroz (CCA)

Definición conceptual: CCA es un material resultante de la combustión de la cáscara de arroz (Castro et al., 2021).

Dimensiones:

Porcentaje de adición de CCA

Indicadores: 10 %, 15%, 20%, 25% del peso muestra del suelo

Objeto de estudio: Caminos rurales de caserío el Ciruelo, provincia Jaén.

Año: 2022

3.2.2. Matriz de Clasificación de Variables

Las variables de investigación posibilitaron el diseño; la siguiente tabla muestra la identificación y clasificación de las variables independientes y dependientes del estudio.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
GENERAL: ¿Cómo mejora la estabilidad del suelo adicionando ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?	GENERAL: Determinar la mejora en la estabilidad del suelo adicionando ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.	GENERAL La adición de ceniza de cascara de arroz mejora significativamente la estabilidad del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.	VI: Ceniza de cascara de arroz (CCA) VD: Estabilidad de suelos rurales
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	DIMENSIONES
¿Cuáles son las propiedades mecánicas físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?	Determinar las propiedades mecánicas físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.	Las propiedades mecánicas y físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022 son deficientes.	Incorporación de cenizas de cascara de arroz - 10 % de CCA - 15 % de CCA - 20 % de CCA - 25 % de CCA
¿Cuáles son las propiedades mecánicas y físicas de las muestras del suelo con la adición de ceniza de cascara de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?	Determinar las propiedades mecánicas físicas del suelo con la adición de ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.	Las propiedades mecánicas físicas del suelo con la adición de ceniza de cascara de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022 son óptimas.	Estabilización de suelos - Análisis granulométrico - Límites de consistencia - Ensayo de Proctor - Ensayo de CBR
¿Cuál es el porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?	Determinar el porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.	El porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascara de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022 será del 10%.	

3.2.3. Matriz de Operacionalización de Variables

Estabilidad de suelos adicionando ceniza de cascara de arroz en caminos rurales del caserío el Ciruelo, provincia Jaén – 2022.

Anexo 1. Operacionalización de variables

Estabilidad de suelos adicionando ceniza de cascara de arroz en caminos rurales del caserío el Ciruelo, provincia Jaén – 2022.

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
VD: Estabilidad de suelos rurales	La estabilización de suelos es un proceso para mejorar su calidad con el fin de contribuir, con sus propiedades tanto mecánicas, físicas y químicas, relacionado con las condiciones del ambiente del servicio (Torres, 2021).	Se evalúa mediante sus propiedades mecánicas y físicas.	Propiedades Físicas	Determinación del contenido de humedad Análisis de Granulometría Índice de plasticidad	Razón
			Propiedades Mecánicas	CBR	
VI: Ceniza de cascara de arroz (CCA)	La ceniza de cáscara de arroz es un material resultante de la combustión de la cáscara de arroz (Castro, 2017).			10 % del peso de la muestra del suelo	
				15 % del peso de la muestra del suelo	
			Porcentaje de adición de CCA	20 % del peso de la muestra del suelo	
				25 % del peso de la muestra del suelo	

3.3. Población, muestra y muestreo y unidad de análisis.

3.3.1. Población

En palabras de Tamayo (2012), una población es el todo a estudiar, integra la totalidad de unidades analizar y que deben ser cuantificadas para determinados estudios, la cual está integrada por N entidades que tienen determinadas características, por lo que se les denomina población por integrar un total del fenómeno en estudio.

La población estuvo conformada por la carretera rural La Lima del distrito de Huarango, provincia de San Ignacio, región Cajamarca, que cuenta con 6 km.

3.3.2. Muestra y Muestreo.

3.3.2.1. Técnicas de Muestreo.

La muestra, se define como una parte del total poblacional que interesa, sobre cual recae la recolección de datos, la cual tendrá que ser tomada y delimitada precisamente para no caer en ambigüedades, así mismo deberá ser parte representativa de la población total (Baptista et al., 2014).

Este estudio utilizó el juicio de expertos utilizando técnicas de muestreo no probabilístico; recopiló datos de pozos de prueba para su uso y analizó las propiedades físicas del suelo.

La calicata C4, fue elegido como suelo patrón y a esta se le adicione los porcentajes 10,15,20 y 25% CCA, a criterio de los investigadores. Debido a que las calicatas practicadas presentan la misma composición es decir ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD, según el análisis de suelo realizado, la cual se adjunta en los anexos.

En los estudios experimentales, el muestreo suele ser no probabilístico para facilitar el criterio de los investigadores (Fernández et al., 2014).

3.3.2.2. Tamaño de la Muestra.

En esta investigación la muestra la conforman 8 calicatas, ubicadas entre los kilómetros 0 al 6 aproximadamente (dos a cada km de distancia), a las cuales se les adiciona 10,15,20 y 25% CCA para determinar los cambios en las propiedades físico - mecánicas del suelo.

TABLA DE COORDENADAS WGS 84 UTM - CALICATAS					
	ESTRUCTURA / ELEMENTO	KM	NORTE	ESTE	ALTITUD
CA-N°01	CARRETERA TERRENO NATURAL	0+742.00	9415917.78	743911.33	544.50 MNSM
CA-N°02	CARRETERA TERRENO NATURAL	1+500.00	9115815.08	744523.27	592.26 MNSM
CA-N°03	CARRETERA TERRENO NATURAL	2+250.00	9415325.04	744935.12	634.15 MNSM
CA-N°04	CARRETERA TERRENO NATURAL	3+000.00	9415655.22	745325.64	692.00 MNSM

Tabla SEQ Tabla * ARABIC 10. Coordenadas W GS 84 UTM - Calicatas

Una muestra se define como una parte representativa de la población total del estudio; si la obtención de dicha muestra implica varios procesos que implican la determinación del tipo de muestra: muestras probabilísticas y muestras no probabilísticas.

3.3.2.3. Unidad de Análisis.

La calicata C4, fue elegida como suelo patrón y a esta se le adiciono los porcentajes 10,15,20 y 25% CCA, a criterio de los investigadores. Debido a que las calicatas practicadas presentan la misma composición es decir ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD

Los datos se analizaron en el laboratorio GEOTEC VIAL S.A.C. – Trujillo, teniendo como referencia la NTP.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

Para Arias (2016), las técnicas de recolección de datos, constituyen la variedad de formas de cómo obtener o recabar información. Entre las principales técnicas, según Hernández et al. (2016), se encuentra la observación, la cual se fundamenta en un registro sistematizado, sistemático, efectivo y confiable de evaluar la conducta de los individuos u objetos puestos a prueba.

Las técnicas que utilizo la presente investigación fueron:

La observación, como inicialmente se visualizan problemas en el área de investigación con el objetivo de detallar los temas más importantes que pueden afectar el proceso de evaluación. En el laboratorio también se observaron cambios en las propiedades físicas mecánicas del suelo.

Así mismo se realizaron ensayos en laboratorio, teniendo como referencia la normatividad técnica peruana, con el fin de obtener datos correctos y reales de las características del suelo en análisis.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos son los llamados recurso que utiliza el investigador, como medio donde cual se plasma la información recolectada sobre la (s) variables y estudio (Carrasco, 2016).

El estudio utilizó fichas de observación que documentaron información importante de campo y laboratorio, las cuales fueron analizadas en oficina para determinar los cambios de los agregados de CCA en las propiedades de los suelos analizados.

Inicialmente recopilar información relacionada con el tema, obtener información, recopilar antecedentes relevantes y teoría para respaldar el estudio.

Las muestras de suelo extraídas in situ del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio.

La CCA, se obtiene de los residuos agroindustriales de los productores del cereal (arroz) del ámbito de estudio.

Tras la obtención de muestras de suelo mediante calicatas, se realizan ensayos para determinar las propiedades físicas (análisis granulométrico por tamizado, contenido de humedad e índice de plasticidad) y mecánicas (CBR) del suelo estudiado. Como resultado de lo anterior, el suelo será clasificado de acuerdo a las reglas para iniciar el proceso de agregación y ver el efecto o cambio que se producirá en el porcentaje de agregación; también se determinará el porcentaje que maximiza las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Con la información recopilada en el laboratorio, el análisis de los datos recopilados se traslada a la oficina para probar o rechazar la hipótesis propuesta, para que pueda comenzar a redactarse el informe final de la tesis.

3.4.3. Validación del Instrumento de recolección de datos.

Las herramientas de recopilación de datos utilizadas en este estudio fueron validadas por expertos ingenieros civiles universitarios.

Estas fichas tienen la validación por el ingeniero Llatas Villanueva, Fernando Demetrio con CIP 217452, el ingeniero Olaya Reyes, Mario Roberto con CIP 90401, el ingeniero Sánchez Nizama, Yefrain Yoel con CIP148460. (Ver Anexo).

Asimismo, se apoyó bajo las normas que rigen a los ensayos de Proctor estándar y modificado, regidos la ASTM D 1557 – NTP 339.141 (MODIFICADO) y ASTM D 698 – NTP 339.142 (ESTANDAR).

Y los procedimientos del ensayo de CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO), para determinar el índice de resistencia del suelo, según la norma ASTM – D 1883 / NTP 339.145.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.

Los equipos utilizados en las pruebas están garantizados por la empresa GEOTEC VIAL SAC, la cual cuenta con certificado ISO 9001:2015.

(Ver Anexo), informe de ensayos realizados.

Asimismo, las fichas de observaciones de los ensayos y el agregar los porcentajes descritos, la confiabilidad de dichos instrumentos fueron garantizados por los respectivos informes.

3.5 Procedimientos.

Figura 4. Diagrama de procedimientos

A continuación se muestra un diagrama de flujo del proceso a seguir para obtener los resultados y poder contrastar las hipótesis de investigación.

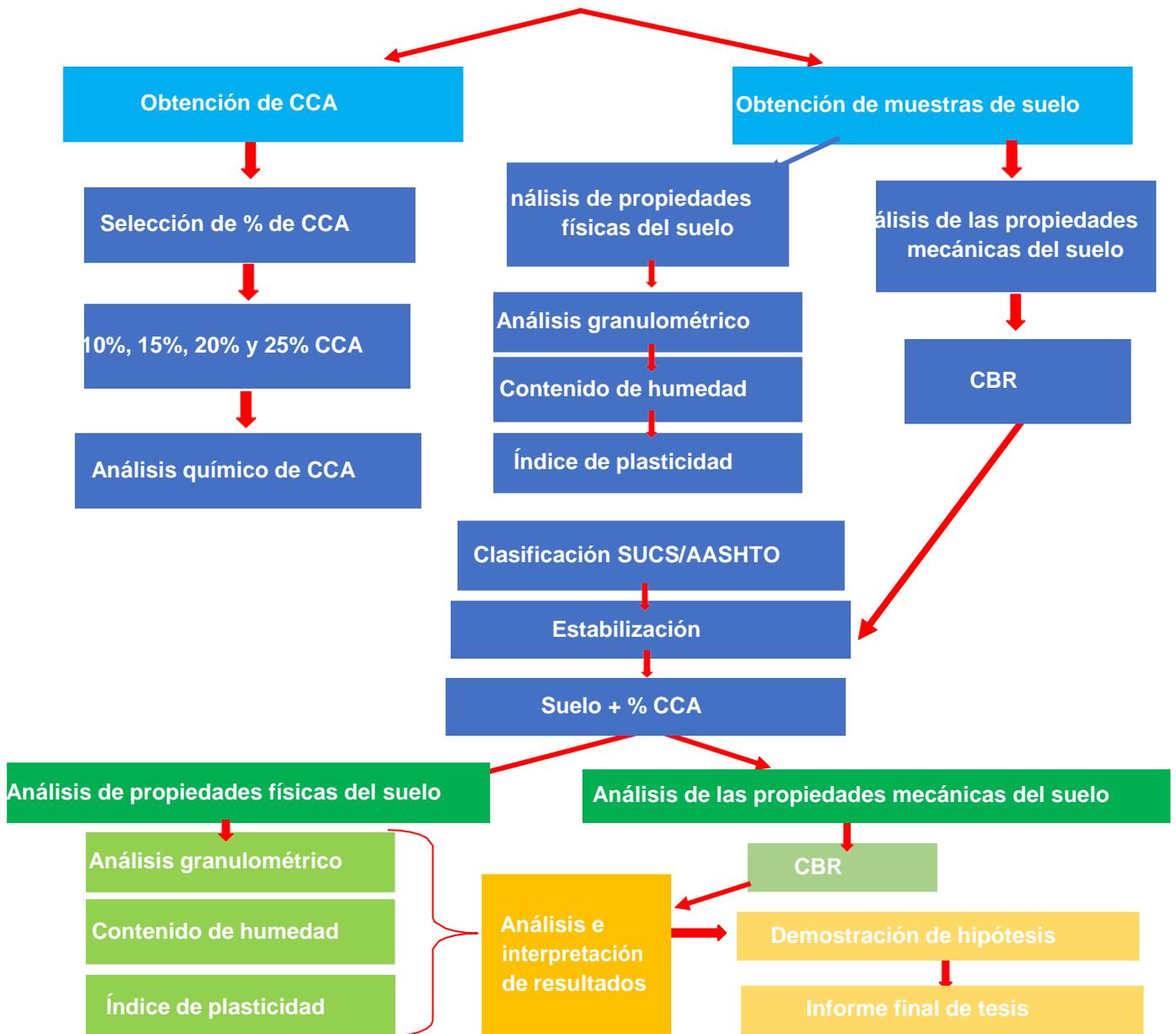


Figura SEQ Ilustración * ARABIC 4. Diagrama de procedimientos

3.6 Aspectos éticos.

En la investigación, se buscó la originalidad como base de los valores éticos y morales, además en el uso de normas internacionalmente reconocidas y aprobadas y conforme a los lineamientos derivado de los expertos.

En cuanto a la estructura del estudio, se realizó de acuerdo a los requerimientos de la universidad, y las citas y bibliografía utilizadas corresponden a las normas ISO 690 y 690II; Para evitar plagios, el estudio también es una alternativa para mejorar el medio ambiente porque reutiliza un componente para agregar Se mejorará este dique vial.

IV. RESULTADOS

4.1. Normas adoptadas

Para determinar las propiedades, características y calidad del material se tomaron 8 muestras de suelo de terraplén en caminos rurales de la provincia de La Lima de Huarango - San Ignacio - Cajamarca en el laboratorio GEOTEC VIAL, ensayadas para clasificación y calidad. S.A.C, siguiendo los lineamientos de las normas técnicas vigentes compiladas por las normas correspondientes:

- Análisis granulométrico NTP 400.012 /MTC E 204
- Límites de consistencia NTP 339.129 /ASTM D4318 -17e1/MTC110/
MTC
E 111/ MTC E 112
- Ensayo de Proctor Modificado NTP 339.141 / ASTM D 1557 / MTC
E 115 • Clasificación SUCS ASTM-D-2487
- Clasificación AASTHO AASTHO-M-145
- Ensayo CBR ASTM D 1883 / MTC E 132

Las muestras fueron ensayadas para la obtención de su granulometría plasticidad, clasificación de suelos SUCS y AASTHO, Proctor Modificado y CBR (Tapía, 2022).

4.2 Propiedades mecánico físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022

Tabla 11. Resultados del análisis granulométrico del suelo patrón

Calicatas	% Grava	% Finos que pasa N°		Clasificación	SUCS	AASHTO
		200	Arena			
C -01	0.00	94.7	5.27	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (26)
C -02	0.00	95.00	4.91	Arcilla Ligera	CH	A-7-6 (25)
C -03	0.00	93.42	6.58	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (26)
C -04	0.00	92.13	7.87	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (29)
C -05	0.00	91.69	8.31%	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (28)
C -06	0.00	89.40	10.6	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (26)
C -07	0.00	93.24	6.76	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (25)
C -08	0.00	90.69	9.31	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (27)

Tabla 11. Resultados de análisis granulométrico-suelo patrón

La tabla 11, muestra los resultados de los ensayos de granulometría por tamizado de las 8 calicatas analizadas en laboratorio GEOTEC VIAL S.A.C., Como se puede observar el porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200 en todas las muestras es elevado, lo que les da una clasificación de arcilla inorgánica de alta plasticidad, SUCS: CH y AASHTO de A-7-6 (25 - 29).

Tabla 12. Resultados de análisis de plasticidad del suelo patrón

DESCRIPCION	PROGRESIVA SUCS	AASTHO	L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)
C-01	Km 00+742 ml CH	A-7-6 (26)	51.17	27.49	23.68
C-02	Km01+500ml CL	A-7-6(2S)	48.86	26.2	22.66
C-03	Km02+ 250ml t CH	A-7-6(26)	50.64	25.55	25.09
C-04	Km 03+000 ml CH	A-7-6 (29)	51.89	22.73	29.16
C-05	Km03+750ml CH	A-7-6(28)	51.66	24.8	26.86
C-06	Km04+ 500ml CH	A-7-6(26)	50.44	23.78	26.66
C-07	Km05+ 245ml CH	A-7-6(25)	50.08	26.78	23.3
C-08	Km06+075 ml CH	A-7-6(27)	50.68	23.41	27.27
Promedio			50.68	25.09	25.59

Tabla 12. Resultados de análisis de plasticidad del suelo patrón

La tabla 12, presenta los resultados resumidos del análisis de plasticidad del suelo patrón, donde se puede ver que el límite líquido y límite plástico promedio de todas las 8 calicatas analizadas es de 50.68% y 25.09%, dando como resultado un índice plástico promedio de 25.59%, lo que indica que el material de la subrasante tiene alta plasticidad y muy arcilloso.

La mayor plasticidad se observa en la muestra de la calicata 4, la cual tiene un límite líquido de 51.89%, y límite plástico de 22.73%, valores que restados dan un índice de plasticidad de 29.16%.

Gráfico 1. Ensayo Proctor Modificado

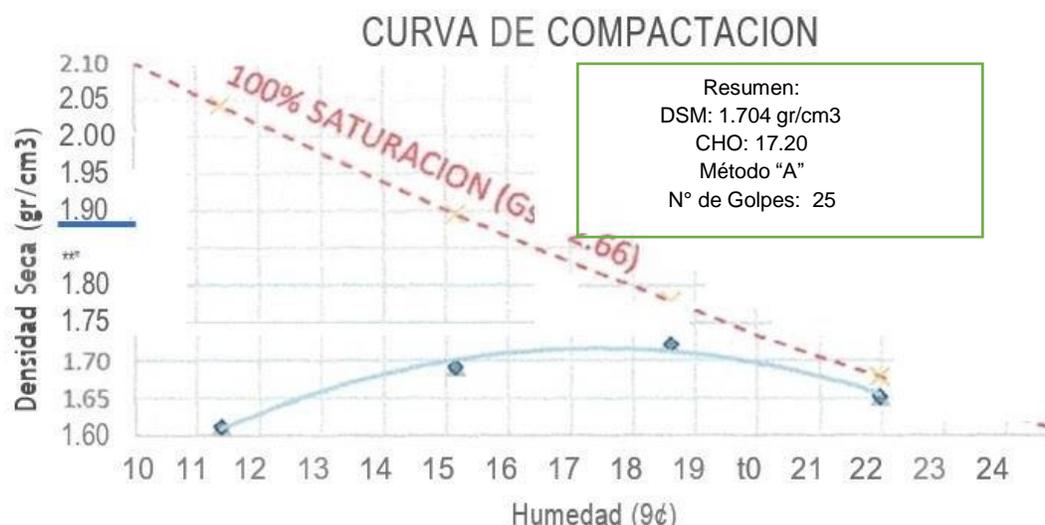


Gráfico 1. Ensayo Proctor Modificado

La grafica 1, muestra el ensayo de compactación de la muestra patrón C – 4, como se observa el contenido de humedad optimo es 17.20%, y la densidad máxima seca (DMS) es de 1.704 gr/cm³.

Tabla 13. Resultados del ensayo Proctor Modificado del suelo patrón

Calicata C – 4. Clasificación: Arcilla Inorgánica de alta plasticidad		
Densidad máxima seca		1.704 gr/cm ³
Humedad optima (%)		17.20%
95% DMS (g.cm ³)		1.619 gr/cm ³
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	5.15%	4.01%
(0.2")	6.23%	4.79%

Tabla 13. Resultados del ensayo Proctor modificado del suelo patrón

La tabla 13, muestra el resumen del ensayo Proctor Modificado, aquí se puede ver que los valores CBR están en el intervalo de clasificación de subrasante pobre $3\% \leq \text{CBR} < 6\%$. Al 95% de DMS su CBR=4.01%, y al 100% de DMS su CBR=5.15%.

4.3. Determinación de las propiedades mecánico físicas del suelo con la adición de ceniza de cascara de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.

Tabla 14. Resultados del análisis de granulometría con adición de CCA

Calicatas	% Grava	% Finos que pasa N° 200	% Arena	Clasificación	SUCS	AASTHO
C - 4 Patrón	0.00	92.13	7.87	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (29)
C - 4 + 10% CCA	0.00	92.70	7.3%	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (29)
C - 4+ 15% CCA	0.00	93.18	6.82	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (29)
C - 4 + 20% CCA	0.00	93.87	6.13	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (29)
C - 4 + 25% CCA	0.00	94.15	5.85	Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	CH	A-7-6 (29)

Tabla 14. Resultado del análisis de granulometría con adición de CCA

La tabla 14, muestra los resultados de la granulometría al adicionar la ceniza de cascara de arroz (CCA). Como se puede observar la adición aumenta ligeramente el porcentaje de finos que pasa la malla N° 200, sin embargo, la clasificación SUCS y AASTHO permanece inalterable.

Tabla 15. Resultados de plasticidad del suelo con adición de CCA

Calicata	L.L (%)	L.P (%)	IP (%)
C -04 Patrón	51.89	26.60	29.16

C -04 + 10% CCM	53.38	16.62	26.78
C -04 + 15% CCM	53.05	27.02	26.03
C -04 + 20% CCM	53.76	27.21	26.55
C -04 + 25% CCM	54.57	27.53	27.04

Tabla 15. Resultados de plasticidad del suelo con adición de CCA

En la tabla 15, se presentan los resultados de plasticidad del suelo al adicionar CCA en porcentajes que van desde el 10%, 15%, 20%, y 25%. Tomado como referencia el suelo patrón, se observa que la plasticidad casi se mantiene inalterable, lo cual hace ver que la plasticidad sigue siendo alta.

Tabla 16. Resultados de ensayo Proctor modificado con adiciones de CCA

Calicata C – 04 Patrón	Clasificación: Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	5.15%	4.01%
(0.2")	6.23%	4.79%
C -04 + 10% CCA	Clasificación: Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	11.23%	9.46%
(0.2")	13.29%	11.15%
C -04 + 15 % CCA	Clasificación: Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	13.16%	11.80%
(0.2")	15.57%	13.91%
C -04 + 20% CCA	Clasificación: Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	15.39%	13.48%
(0.2")	20.90%	18.07%
C -04 + 25% CCA	Clasificación: Arcilla Inorgánica de alta plasticidad	
C.B.R (%)	100% DMS	95% DMS
(0.1")	15.79%	14.37%

(0.2")

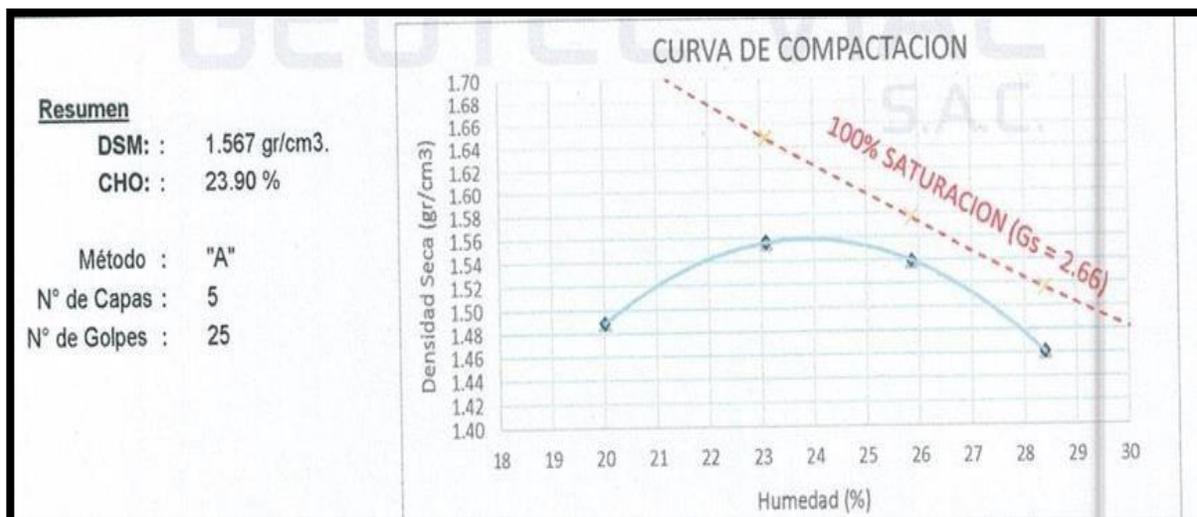
20.96%

18.08%

Tabla 16. Resultados de ensayo Proctor modificado con adiciones de CCA

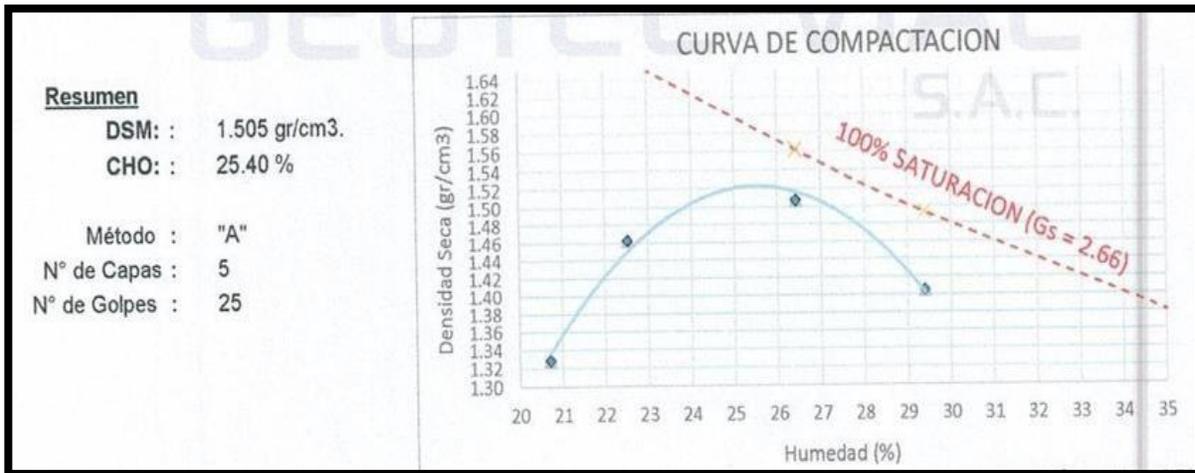
La tabla 16, resume los ensayos de Proctor modificado con agregaciones de 10%, 15%, 20%, y 25%, tomando como referencia el suelo patrón C – 4. Aquí se puede observar que con la agregación del 10% y al 95% de DMS la resistencia del material de la subrasante analizada se incrementa en 5.45% (4.01% - 9.46%), con la adición de 15% el CBR= 11.80%, con la adición del 20% el CBR=13.48% y con la adición del 25% la resistencia del material de la subrasante llega a CBR=14.37%.

Gráfico 2. Ensayo Proctor modificado con 10% CCA



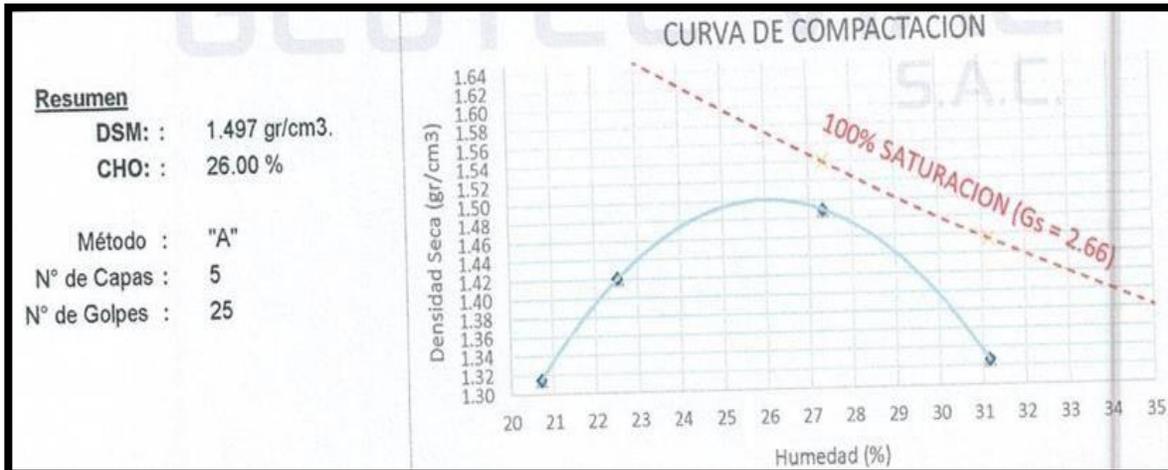
La grafica 2, muestra la curva de compactación, la cual resulta de graficar la DMS y el porcentaje de humedad optimo, con la agregación del 10% de CCA. Aquí se puede ver que al con este porcentaje de adición la DSM= 1.567 gr/cm3, y un contenido de humedad optimo del 23.90%.

Gráfico 3. Ensayo Proctor modificado con 15% CCA



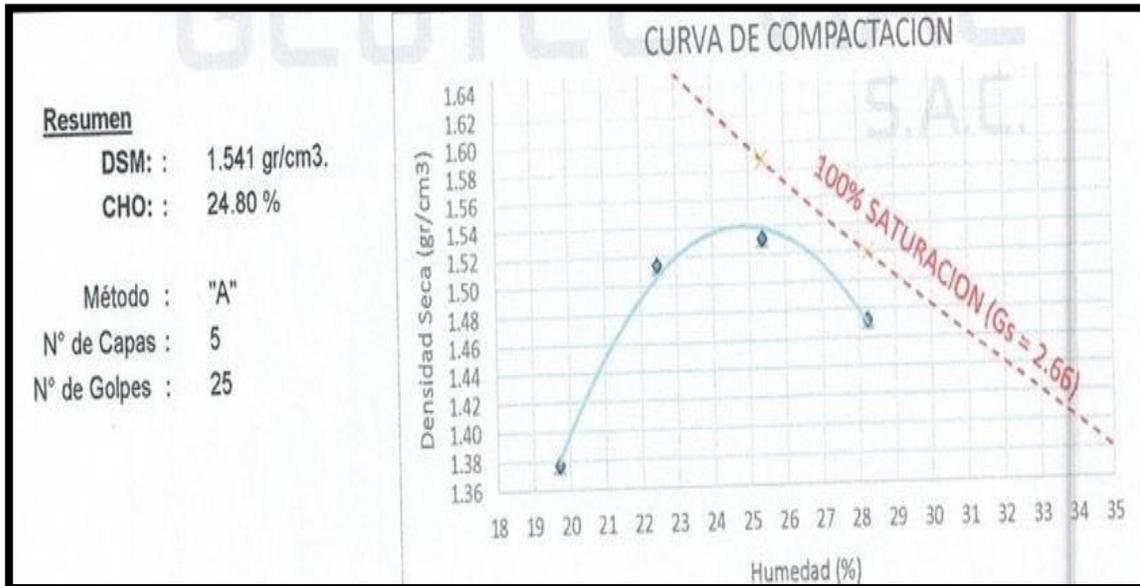
La grafica 3, muestra la curva de compactación, con la agregación del 15% de CCA. Como se puede observar con el 15% de adición, la DSM= 1.505 gr/cm³, y un contenido de humedad optimo del 25.40%.

Gráfico 4. Ensayo Proctor modificado con 20% CCA



La grafica 4, muestra la curva de compactación, con la agregación del 20% de CCA. Como se puede observar con el 20% de adición, la DSM= 1.497 gr/cm³, y un contenido de humedad optimo del 26.00%.

Gráfico 5. Ensayo Proctor modificado con 25% CCA



La grafica 5, muestra la curva de compactación, con la agregación del 25% de CCA. Como se puede observar con el 25% de adición, la DSM= 1.541 gr/cm³, y un contenido de humedad óptimo del 24.80%.

4.3 Determinación del porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascara de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.

En referencia al porcentaje óptimo de adición, se toma como referencia el incremento de la resistencia del material al 95% de DMS, de la tabla 10, que pone en evidencia que el porcentaje de adición de CCA que mejor CBR brinda es el del 25%, tomando una calificación de suelos según normatividad técnica de subrasante buena ($10\% \leq \text{CBR} < 20\%$).

V. DISCUSIÓN

El Perú tiene una superficie de 1, 285,216.20 km², y un desarrollo de red total de 165,371.00 km, la red vial pavimentada es de solo 23,769.00 km, y sin pavimentar

es de 141,603.00 km. Comparado con el desarrollo de red vial de nuestros países vecinos, el Perú se ubica en la posición 108/137 países, Chile 24/137, Ecuador 29/137, Uruguay 95/137, Argentina 96/137, Brasil 103/137. Del total de red Vecinal / Rural 114, 648.00 km el 2%, solo se encuentra pavimentada (Ovidio, 2019), lo cual explica en gran parte el sud desarrollo observado en las zonas rurales del país (ComexPerú, 2020).

La diversidad de suelos en la costa, sierra y selva del país, y la necesidad de mejorar los accesos de sus pueblos con las ciudades, lleva a los ingenieros civiles a estudiar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos, enfocados en particular en el terreno de soporte – subrasante (Castro y Navarro, 2019), con el fin de dar alternativas de solución factibles en lo económico y ambiental la subrasante debe contar con la suficiente capacidad portante ya que sobre ella se soporta se soportar a los pavimentos siendo por lo tanto este el parámetro principal a evaluar el cual debe ser superior al 6% para que tome una calificación de subrasante regular, que es lo que así está estipulado en la NTP (Naranjo, 2017).

La investigación teniendo en cuenta la baja capacidad portante del suelo patrón que fue de 4.01% de CBR, y clasificado como Arcilla Inorgánica de alta plasticidad (IP=25.59), valor característico de este tipo de suelos, se adicione ceniza de cascara de arroz en porcentajes que van desde 10% - 25% en variaciones del 5%, llegando a obtener mejoras significativas en la resistencia del material de la subrasante. Resultados que concuerdan con las investigaciones de Aponte (2020), que al aplicar adiciones de CCA ve mejorar las propiedades de resistencia de la subrasante, aunque en mediana variedad también logro ver resultados en su plasticidad, quizás, ello porque su suelo patrón contaba con menos finos y tenía cierto porcentaje de grava en su constitución. Asimismo, Barragán y Cuervo (2019), aunque en agregaciones casi ínfimas del 1% y en tipos de suelos con menor plasticidad logra que el CBR se incremente en un 19%.

Adajar et al. (2019), en su estudio también incorpora CCA en suelos expansivos pero en agregaciones similares a las que en este estudio se dio, los investigadores

aplicaron este agregado en porcentajes del 20% y 25% de CCA, logrando mitigar la potencia expansiva de esta tipología de suelos (arcilla inorgánica de alta plasticidad), logrando una mejora significativa en la resistencia del material de la subrasante y además en plasticidad y clasificación del suelo patrón, pasando de una clasificación inadecuada para subrasante, a una clasificación que cumplía los requerimientos técnicos para ser calificada como subrasante regular. En nuestro caso las propiedades de resistencia se ven significativamente mejoradas, no obstante, del análisis granulométrico y de plasticidad se evidencio cambios no significativos, ya que el tamaño de finos que pasa por malla N° 200, se incrementa debido a que la adición la componen cenizas, que en sí, son finos, lo que genera que su clasificación SUCS y AASTHO se vean casi inalterables, así mismo, su plasticidad no mejora ya que del patrón C – 4, tenía un índice de plasticidad del 29.16%, y con las agregaciones llega solamente al 26.78% con el 10% de adición, 26.03% con el 15% de adición de CCA, 26.55% con la adición de 20% y empieza de nuevo aumentar a 27.04% adicionando el 25%, lo que indica que a mayores agregaciones la plasticidad tiende a aumentar; estos resultados son característicos también en la investigación de Olano (2021), quien al aplicar cenizas de café arábico tiende a mejorar las propiedades mecánicas, pero, mas no la granulometría y plasticidad.

Los efectos insignificantes en clasificación y el índice de plasticidad (IP), hace necesario realizar ensayos con el uso de cenizas + Cal, para la mejora del suelo subrasante, ello en base a la propiedad aglomerante de la cal. Esto lo hace evidente Curasma (2021), quien, enfocado en estabilizar una subrasante blanda de una avenida en Huancayo, aplica dos agentes estabilizantes (cenizas + cal), logrando disminuir el IP de 8% a 0%, su CBR se incrementa de 7.4% - 23.40%, aportando con una técnica factible al problema de deformación del pavimento escogido.

Importante es resaltar, que el uso de cenizas de productos de desecho derivados del sector agroindustrial viene siendo utilizado a menudo en estudios, ya que demuestra no solo factibilidad técnica, sino, que además, es factible en lo

económico y ambiental, en lo económico debido a que la ceniza que se utiliza es de bajo costo y está a la mano en los ámbitos de estudio, además en lo ambiental se gana en la disminución de energía al usar otros aditivos químicos que en su proceso son grandes gastadores de energía, además estas ya no se queman indiscriminadamente, ya que se les da un uso técnico para mejorar lo ambiental. Requejo (2019), en su trabajo de investigación aplica ceniza y describe los beneficios en la resistencia mecánica y la factibilidad tanto técnica – económica y ambiental del uso de CCA, ya que estas se toman del ámbito de estudio, son de bajo costo, y mejora la calidad de vida de los pobladores asentados en estas zonas con suelos pavimentarlos de baja calidad de subrasante.

Hay que tener en cuenta que la CCA aporta en la estabilidad del material de la subrasante en lo mecánico, por que ayuda a rellenar los vacíos entre granos que conforman el material, lo cual da mayor resistencia, además su elevado contenido de sílice brinda mayor cementación, tal cual lo enfatiza Requejo (2019) y Camargo (2017) en sus respectivas investigaciones.

En cuanto a las propiedades físico mecánicas del suelo, la adición de ceniza de cascarilla de arroz de los caminos vecinales de La Lima de Huarango - San Ignacio 2022, como se mencionó anteriormente, modificó significativamente estas propiedades, especialmente en cuanto a su resistencia, casi sin efecto. En cuanto a su clasificación y plasticidad.

El índice de plasticidad obtenido supera 20%, lo que indica que el suelo es muy arcillado, y con una alta plasticidad, aquí habría que determinar si estas arcillas son o no agresivas, ya que por ejemplo las arcillas agresivas son expansivas (varían en volumen frente al agua), y disminuyen resistencia, lo cual lleva más rápido al deterioro de la infraestructura al paso de vehículos (Zavala, 2020).

Resaltar, que las expansiones se originan por el predominio de arcillas, pero el otro agente comprometido aquí es el agua, ya que por lo general una arcilla por si sola es de consistencia dura, pero, en zonas de sierra y selva estas arcillas se encuentran muy expuestas al agua de lluvia, común de estas zonas, lo que si va

afectar la resistencia del material de la subrasante y ello, la expansión del pavimento.

Se tiene tres tipos de arcillas consideradas en orden de actividad expansiva de menor a mayor: illitas, caolinitas y montmorillonita, siendo estas últimas las más expansivas (Galvez et al., 2020). Para el reconocimiento de que tipo de arcilla es la que se tiene se debe ensayar un tamizado por hidrómetro, ya que este ensayo determinara el porcentaje y tipo de arcilla con que se está tratando, ya que según los especialistas es más económico estabilizar una illita / caolinita, que estabilizar una montmorillonita, por lo cual se hace de importancia saber que tipo de arcilla se va estabilizar (Vásquez, 2019).

El porcentaje óptimo de adición de CCA es el 25%, CBR= 14.37%, al 95%, de densidad máxima seca, que es lo que recomienda el especialista en suelos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Zavala (2020), el cual enfatiza, que al evaluar la resistencia de los materiales de la subrasante se debe tener como referencia esta DMS, mas no la del 100%. Este investigador deja en claro que el estudio de suelos se debe enfocar en dos aspectos fundamentales, la identificación de suelos inadecuados / deficientes , ya que estos inciden en el deterioro de la infraestructura vial y tambien en la determinacion de la capacidad portante del terreno en estudio, para luego diseñar la infraestructura vial según especificaciones técnicas, tal cual lo manifiesta (Tapía, 2022).

VI. CONCLUSIONES

1. El suelo patrón es una arcilla inorgánica de alto plasticidad con SUCS = CH y ASSTHO =A-7-6 (26-29), con un porcentaje de finos que supera en todas las muestras el 90%. Su plasticidad es elevada IP promedio de 25.59%. La resistencia del material al 95% de DMS es de 4.01%, calificada según NTP como subrasante pobre.
2. Luego de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la vía La Lima de Huarango, las propiedades físico-mecánicas del suelo mejoraron significativamente la resistencia del material base de la vía: luego de la adición de 10% de CCA, su CBR aumentó de 4.01 a % de el artículo - 9,46%, a Ved 15% CCA su CBR aumentó a 11,80%, a 20% CCA su CBR aumentó a 13,48%, y a 25% CCA su CBR alcanzó 14,37%, todo al 95% de la densidad seca máxima. En cuanto a su clasificación por análisis de tamaño de partícula, la adición no mejoró su calidad, pero el porcentaje de finos que pasaban la malla 200 tendió a aumentar a medida que se añadía ceniza. De manera similar, la plasticidad no mostró una mejora significativa cuando se sumaron los porcentajes de CCA.
3. El porcentaje óptimo de adición de cascarilla de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del subsuelo La Lima de Huarango - San Ignacio 2022 es de 25%, lo que da CBR=14.37%.
4. Se acepta la hipótesis que se planteó la investigación: La adición de ceniza de cascara de arroz mejora significativamente la estabilidad del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022. Específicamente su propiedad mecánica de este suelo de arcilla inorgánica, su granulometría y plasticidad no mejoran significativamente.

VII. RECOMENDACIONES

El suelo patrón al ser una arcilla inorgánica de alta plasticidad y con baja resistencia se recomienda aplicar una estabilización química, agregando ceniza de cascara de arroz en porcentajes del 10%, 15%, 20%, y 25%, para mejorar la resistencia del material de la subrasante.

Los ensayos de laboratorio dejan claro que las agregaciones mayores al 25% tiende a disminuir el incremento del CBR, lo que da pie a recomendar deja en adiciones que no superen el porcentaje del 25%, ya que en agregaciones mayores tendera a perder resistencia el material de la subrasante

Enfocados en mejorar la plasticidad del suelo se recomienda para futuros estudios de estabilización del material de subrasantes de material arcilloso y de alta plasticidad agregados que sean más compactos como la cal.

REFERENCIAS

Adajar, M., De la Cruz, J., Urieta, D., Aquino, C., y Embrague, P. (2019). *INVESTIGATION OF THE EFFICACY OF RICE HUSK ASH AS A STABILIZING AGENT OF EXPANSIVE SOILS*. Scopus. Revista Internacional de GEOMATE. Vol. 16 N° 58, pp. 33-40. Filipinas: <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/2708>

Alarcón, J., Jiménez, M., y Benítez, R. (2020). *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso*. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000100005>

Aldana, R. (2021). *ENSAYOS DE COMPACTACIÓN – PROCTOR NORMAL Y PROCTOR MODIFICADO*. <https://www.aulacarreteras.com/ensayo-proctor/>

Alvarado, C., y Guerra, A. (2018). *Influencia de la adición de ceniza de cáscara de arroz activada alcalinamente sobre la estabilización ecológica de la mezcla suelo - sedimento en la provincia de Virú*. Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11041>

- Barragán, C., y Cuervo, H. (2019). *ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DE LA ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ DE LA VARIEDAD BLANCO A UN SUELO ARENO-ARCILLOSO*. Repositorio de Universidad Piloto de Colombia: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6488>
- Bravo, B., y Lopez, H. (2021). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654603/BravoB_B.pdf?sequence=3
- Bustos, D. (2022). *Manual Teórico de Geomorfología de Suelos*. https://www.researchgate.net/publication/358020444_Manual_Teorico_de_Geomorfologia_de_Suelos
- Calderón, B., y Aponte, C. (2020). *Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz*. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7445>
- Camargo, N. (2017). *LA CENIZA DE CASCARILLA DEL ARROZ COMO APORTE A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO HIDRÁULICO*. <http://investigacion.unitropico.edu.co/wp-content/uploads/2017/07/CUERPO-REVISTA-33-38.pdf>
- Campagnoli, S. (2017). *INNOVACIÓN EN MÉTODOS DE PAVIMENTACIÓN: CASOS REGIONALES*. Revista de Ingeniería, núm. 45, enero-junio, pp. 22-31: <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121052004006.pdf>

Carranza, D., y De la Cruz, E. (2021). *Técnicas para el mejoramiento de base y sub-base en pavimentos: una revisión sobre las técnicas empleadas*. <https://hdl.handle.net/11537/27449>

Carrasco, S. (2016). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: Científica. 2da. Editorial San Marcos.

Castro, C., Puig, R., y Zamora, C. (2021). *Caracterización preliminar de la ceniza de cáscara de arroz de la provincia Manabí, Ecuador, para su empleo en hormigones*. <http://dx.doi.org/10.22209/rt.v44n1a06>

Castro, M., y Navarro, G. (2019). *Análisis de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626119/Castro_GM.pdf?sequence=1

ComexPerú. (2020). *INFRAESTRUCTURA VIAL: GOBIERNOS SUBNACIONALES ESTANCADOS*. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados>

Curasma, W. (2021). *Estabilización de subrasantes blandas con insumos inorgánicos, avenida Integración Este - Torre Torre, Huancayo, Junín*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10457>

Díaz, F. (2018). *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en la carretera de San Martín – Lonya Grande, Amazonas*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25951>

Dirección Regional de Agricultura Cajamarca. (2020). *Perfil Productivo y Regional*. <http://www.agriculturacajamarca.gob.pe/portal/mn/1474>

Duque, J., Vásquez, B., y Orrego, J. (2019). *MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN VÍAS DE TERCER ORDEN*. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17878/MEJORAMIE>

NTO%20DE%20SUBRASANTE%20EN%20VIAS%20DE%20TERCER%20ORDEN.pdf?sequence=

Escobar, J., Quispe, G., Arana, J., y Huarcaya, R. (2021). *Estabilización de una subrasante arcillosa de baja plasticidad con cenizas de cáscara de arroz*. PUCP: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18221>

Galvez, J., Barzola, C., Gómez, R., y Torre, A. (2020). *ESTUDIO DE LAS DIATOMITAS DE ICA COMO MATERIA PRIMA EN LA FABRICACIÓN DE ÁRIDOS ARTIFICIALES DE ARCILLA PARA SU USO COMO AGREGADOS LIGEROS EN MEZCLAS DE HORMIGÓN DISEÑADOS EN BASE A LAS EXIGENCIAS DE LA NTP Y ASTM*. Scielo. Universidad Nacional de Ingeniería: DOI: 10.23881/idupbo.020.1-9i

Goicochea, D. (2019). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON LA APLICACIÓN DE ENZIMAS ORGÁNICAS, CHACHAPOYAS*.

<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1799/Goicochea%20Posito%20Darwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gómez, C. (2019). *Comportamiento geotécnico de suelos arcillosos compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/55931/1/T41185.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: 6ta Ed. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.

Hernández, R., Fernández, C., y Batista, M. (2016). *Metodología de la investigación*. Mexico: 7ta Ed. McGraw-Hill.

Hidalgo, F., y Saavedra, A. (2020). *Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín*.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652531/Hidalgo_RF.pdf?sequence=3

Huapaya, C., y Ginocchio, F. (2018). *Guía de Investigación en Ciencias e Ingeniería*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Juárez, E., y Rico, A. (2015). *Fundamentos de la mecánica de suelos*. Limusa. <https://doi.org/968-18-0069-9>

Kodicherla, S., y Nandyala, D. (2019). *Influencia de fibras de coco mezcladas aleatoriamente y cenizas volantes en la estabilización de subrasantes arcillosos*. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40703-019-0099-1>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2019). *Manual suelos pavimentos*. <https://es.slideshare.net/GuillermoSoto32/manual-suelos-pavimentos>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *“Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimento – Sección Suelos y Pavimentos”*. Lima.

Moscoso, J. (2020). *Mecánica de suelos aplicado a carreteras*. Conferencia del CIP - Huanuco: <https://www.youtube.com/watch?v=80E3-6trQhk>

Naranjo, R. (2017). *Descriptorios geotécnicos (5): plasticidad, límites de Atterberg y consistencia*. <https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptorios-geotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/>

Nieto, E. (2018). *Tipos de Investigación*. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

- Olano, P., Marín, N., y Benites, J. (2021). *Incremento del valor de soporte del suelo adicionando eco estabilizante a partir de cenizas cascarilla de café Arábica*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234911>
- Orejon, E. (2018). *Propuesta del mejoramiento de la subrasante de pavimentos flexibles usando las geomallas biaxiales en suelos de bajo valor de Soporte California – distrito de Ahuac*. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/5165>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Consistencia del suelo*. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s08.htm
- Ovidio, C. (2019). *Pavimentos Rígidos VS Pavimentos Flexibles*. Conferencia del Colegio de Ingenieros del Perú: <https://www.youtube.com/watch?v=4qOLhHrFcrk>
- Ramal, R., Raymundo, J., y Chávez, J. (2019). *MATERIALES ALTERNATIVOS PARA ESTABILIZAR SUELOS: EL USO DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN VÍAS DE BAJO TRÁNSITO DE PIURA*. <https://doi.org/10.26495/tzh.v12i1.1251>
- Regal, A. (2018). *La Ingeniería de Suelos*. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/53257/la%20ingenieria%20del%20suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Requejo, R. (2019). *Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza Sativa (arroz), pueblo joven Las Dunas – Lambayeque- Perú 2019*. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/7706>
- Rivera, J., Guerrero, A., y Mejía, R. O. (2020). *Chemical stabilization of soils - conventional and alkali-activated materials (review) Review*. *Informador Técnico*, 84(2), 202-226. *Review*. *Informador Técnico*, 84(2), 202-226: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7590766>

Santiago, O. (2017). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON VALVAS DE MOLUSCOS PARA PAVIMENTACIÓN.*

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI_242.pdf

Solminihac, H., Echeverría, G., y Thenoux, G. (2018). *Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos.*

<https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/download/323/pdf>

Tamayo, M. (2016). *EL PROCESO DE INVESTIGACION CIENTIFICA MARIO TAMAYO Y TAMAYO.* Mexico: 6ta Edicion, Editorial Limusa, S.A.

Tapía, R. (2022). *Informe de Ensayos de Laboratorio.* Laboratorio GEOTEC VIAL S.A.C.

Torres, J. (2021). *Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vial del Jr. Santo Toribio CD. 02, 03, 04 y 05, en la localidad de Posic. San Martin, 2020.*

https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1284/Torres_Jose_trabajo_suficiencia_2021.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Universidad Nacional de Ingeniería. (2017). *Labotratorio de Suelos.*

<https://www.uni.edu.pe/index.php/laboratorios-uni>

Vásquez, W. (2019). *Las arcillas.*

<https://es.slideshare.net/wilmervasquez/arcillas-modificadas>

Zavala, G. (2020). *MECÁNICA DE SUELOS APLICADO A SUBRASANTES Y PAVIMENTOS.* UNMSM: <https://www.youtube.com/watch?v=b6H-V3Vo9Nc&t=3713s>

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Estabilidad de suelos adicionando ceniza de cascara de arroz en caminos rurales del caserío el Ciruelo, provincia Jaén – 2022.

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
VD: Estabilidad de suelos rurales	La estabilización de suelos es un proceso para mejorar su calidad con el fin de contribuir, con sus propiedades tanto mecánicas, físicas y químicas, relacionado con las condiciones del ambiente del servicio (Torres, 2021).	Se evalúa mediante sus propiedades mecánicas y físicas.	Propiedades Físicas Propiedades Mecánicas	Determinación del contenido de humedad Análisis de Granulometría Índice de plasticidad CBR	Razón
VI: Ceniza de cascara de arroz (CCA)	La ceniza de cáscara de arroz es un material resultante de la combustión de la cáscara de arroz (Castro, 2017).		Porcentaje de adición de CCA	10 % del peso de la muestra del suelo 15 % del peso de la muestra del suelo 20 % del peso de la muestra del suelo 25 % del peso de la muestra del suelo	

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Estabilidad de suelos adicionando ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>GENERAL:</p> <p>¿Cómo mejora la estabilidad del suelo adicionando ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?</p>	<p>GENERAL:</p> <p>Determinar la mejora en la estabilidad del suelo adicionando ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.</p>	<p>GENERAL</p> <p>La adición de ceniza de cascara de arroz mejora significativamente la estabilidad del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.</p>	<p>VI: Ceniza de cascara de arroz (CCA)</p> <p>VD: Estabilidad de suelos rurales</p>
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	DIMENSIONES
<p>¿Cuáles son las propiedades mecánicas físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?</p>	<p>Determinar las propiedades mecánicas físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.</p>	<p>Las propiedades mecánicas y físicas del suelo patrón del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022 son deficientes.</p>	<p>Incorporación de cenizas de cascara de arroz</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10 % de CCA - 15 % de CCA - 20 % de CCA - 25 % de CCA
<p>¿Cuáles son las propiedades mecánicas y físicas de las muestras del suelo con la adición de ceniza de cascara de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?</p>	<p>Determinar las propiedades mecánicas físicas del suelo con la adición de ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.</p>	<p>Las propiedades mecánicas físicas del suelo con la adición de ceniza de cascara de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022 son óptimas.</p>	<p>Estabilización de suelos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis granulométrico
<p>¿Cuál es el porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022?</p>	<p>Determinar el porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022.</p>	<p>El porcentaje óptimo de adición de ceniza de cascara de arroz del camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022 será del 10%.</p>	<p>Límites de consistencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de Proctor - Ensayo de CBR

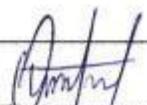
Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos
FICHAS DE LABORATORIO PARA MEDIR LA VARIABLE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: CCA

II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO								
1.1 Apellidos y nombres del experto: Llatas Villanueva Fernando Demetrio.								
1.2. DNI 41953733 Telf. Celular: 949327495 Email: llvillanuevafd@ucvvirtual.edu.pe								
1.3 Grado académico: Magister en gestión de obra y construcción moderna.								
1.4. Profesión: Ingeniero Civil.								
1.5 Cargo que desempeña: Docente tiempo completo.								
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Cesar Vallejos.								
III. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO								
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de agregado.								
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer la composición química del agregado								
2.3 Dirigido a:								
2.4. Autor del instrumento:								
2.5. Programa de posgrado:								
IV. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO								
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente	
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%	
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X		
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable				X		
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica			F			
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				F		
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X		
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica				X		
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X		
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.				X		
10	Promedio de la valoración						80%	

Opinión de Aplicabilidad:

Trujillo, 26 de 06 Julio del 2022


FERNANDO DEMETRIO LLATAS VILLANUEVA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 217452

Sello y firma

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: Estabilidad de suelos

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO								
1.1 Apellidos y nombres del experto: Llatas Villanueva Fernando Demetrio								
1.2. DNI 41953733 Telf. Celular: 949327495 Email: llvillanuevafd@ucvvirtual.edu.pe								
1.3 Grado académico: Magister en gestión de obra y construcción moderna								
1.4. Profesión: Ingeniero Civil								
1.5 Cargo que desempeña: Docente tiempo completo								
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Cesar Vallejos								
I. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO								
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soporte de california (C.B.R.)								
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos								
2.3 Dirigido a: Suelos								
2.4. Autor del instrumento: RNE								
2.5. Programa de posgrado:								
II. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO								
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Buena	Muy buena	Excelente	
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%	
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X		
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable				X		
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X	
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.			X			
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X		
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X		
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica				X		
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X		
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.				X		
10	Promedio de la valoración						80%	

Opinión de Aplicabilidad:

Trujillo, 26 de octubre del 2022


 ERNANDO DEMETRIO LLATAS VILLANUEVA
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 217452

Sello y firma

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: Estabilidad de suelos

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO								
1.1 Apellidos y nombres del experto: Olaya Reyes Mario Roberto								
1.2. DNI 41850480 Telf. Celular: 962-036-819 Email: m.r.olaya@hotmail.com								
1.3 Grado académico: Magister								
1.4. Profesión: Ingeniero Civil								
1.5 Cargo que desempeña: Docente a tiempo parcial								
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Cesar Vallejo								
I. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO								
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soporte de california (C.B.R.)								
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos								
2.3 Dirigido a: Suelos								
2.4. Autor del instrumento: RNE								
2.5. Programa de pregrado:								
II. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO								
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente	
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%	
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado				X		
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable				X		
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X	
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X		
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad					X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X	
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X	
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X	
10	Promedio de la valoración							

Opinión de Aplicabilidad:

Trujillo, 26 de octubre del 2022


 Mario Roberto Olaya Reyes
 ING. CIVIL
 R. CIP. 90403

Sello y firma



Firmado digitalmente por OLAYA REYES Mario Roberto FAU 20440374248 scrl
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 26.10.2022 14:40:56 -05:00

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO:CCA

II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Olaya Reyes Mario Roberto							
1.2. DNI 41850480 Telf. Celular: 962-036-819 Email: m.r.olaya@hotmail.com							
1.3 Grado académico: Magister.							
1.4. Profesión: Ingeniero Civil.							
1.5 Cargo que desempeña: Docente a tiempo parcial							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Universidad Cesar Vallejo							
III. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de agregado.							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer la composición química del agregado CCA							
2.3 Dirigido a: CCA							
2.4. Autor del instrumento: Coronel Bances Yosimar y Guerra Flores Nestor							
2.5. Programa de pregrado:							
IV. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado					X
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				x	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					x
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad:

Trujillo, 26 de octubre del 2022


 Mario Roberto Olaya Reyes
 ING. CIVIL
 R. CIP: 90403

Sello y firma

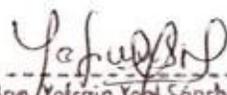

 GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD
 Firmado digitalmente por OLAYA REYES Mario Roberto FAU 20440374248 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 26.10.2022 14:40:32 -05:00
 FIRMA DIGITAL

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: Estabilidad de suelos

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Sanchez Nizama Yefrain Yoel							
1.2. DNI 42784461 Telf. Celular: 941532870 Email: yoelsss@hotmail.com							
1.3 Grado académico: Magister							
1.4. Profesión: Ingeniero Civil							
1.5 Cargo que desempeña: Gerente de obras públicas y proyectos							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Municipalidad Distrital de Bellavista Sullana							
I. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos. Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia, Ensayo Proctor modificado, Relación de soporte de california (C.B.R.)							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer las propiedades mecánico – físicas de suelos							
2.3 Dirigido a: Suelos							
2.4. Autor del instrumento: RNE							
2.5. Programa de posgrado:							
II. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado					X
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable				X	
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					X
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					X
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					X
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					X
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					X
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad:

Trujillo, 26 de Octubre del 2022


 Mgtr. Ing. Yefrain Yoel Sánchez Nizama
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 148460

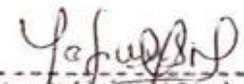
Sello y firma

FICHA DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO: CCA

II. DATOS GENERALES DEL EXPERTO							
1.1 Apellidos y nombres del experto: Sanchez Nizama Yefrain Yoel							
1.2. DNI 42784461 Telf. Celular: 941532870 Email: yoelsss@hotmail.com							
1.3 Grado académico: Magister.							
1.4. Profesión: Ingeniero Civil.							
1.5 Cargo que desempeña: Gerente de obras públicas y proyectos							
1.6 Universidad o Centro Laboral: Municipalidad Distrital de Bellavista Sullana							
III. DATOS PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
2.1 Nombre del instrumento: Fichas de recolección de datos de análisis de agregado.							
2.2 Objetivo del instrumento: Conocer la composición química del agregado							
2.3 Dirigido a: suelos							
2.4. Autor del instrumento: Coronel Bances Yosimar Alexander y Guerra Flores Nestor							
2.5. Programa de posgrado:							
IV. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO							
N.º	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
			0-20%	21-40%	41-60%	61- 80%	81-100%
1	CLARIDAD	Esta formulado en lenguaje apropiado					X
2	OBJETIVIDAD	Expresa una conducta observable					X
3	CONSISTENCIA	Tiene base científica					x
4	COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.				X	
5	SUFICIENCIA	Comprende aspectos de cantidad y calidad				X	
6	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
7	ORGANIZACIÓN	Existe estructura lógica					x
8	ACTUALIZACIÓN	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.				X	
9	INTENCIONALIDAD	Valora la evaluación y desarrollo de capacidades cognoscitivos.					x
10	Promedio de la valoración						

Opinión de Aplicabilidad:

Trujillo, 26 de Octubre del 2022

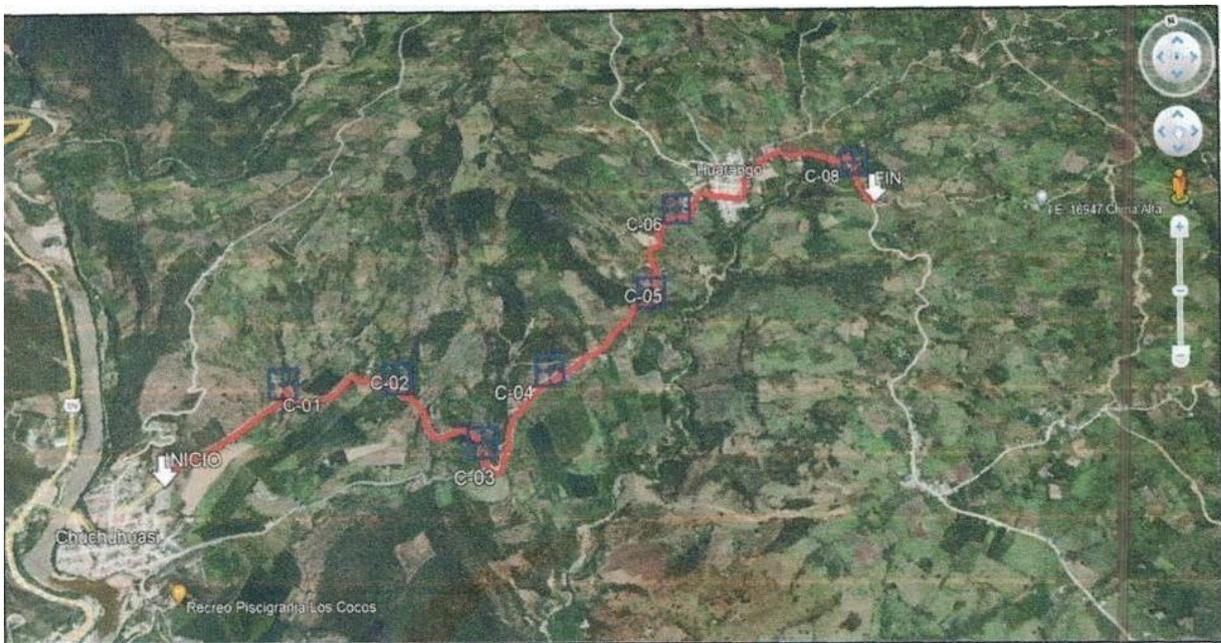

 Mgtr. Ing. Yefrain Yoel Sánchez Nizama
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP 148460

Sello y firma

Anexo 4. Foto del camino rula La Lima de Huarango

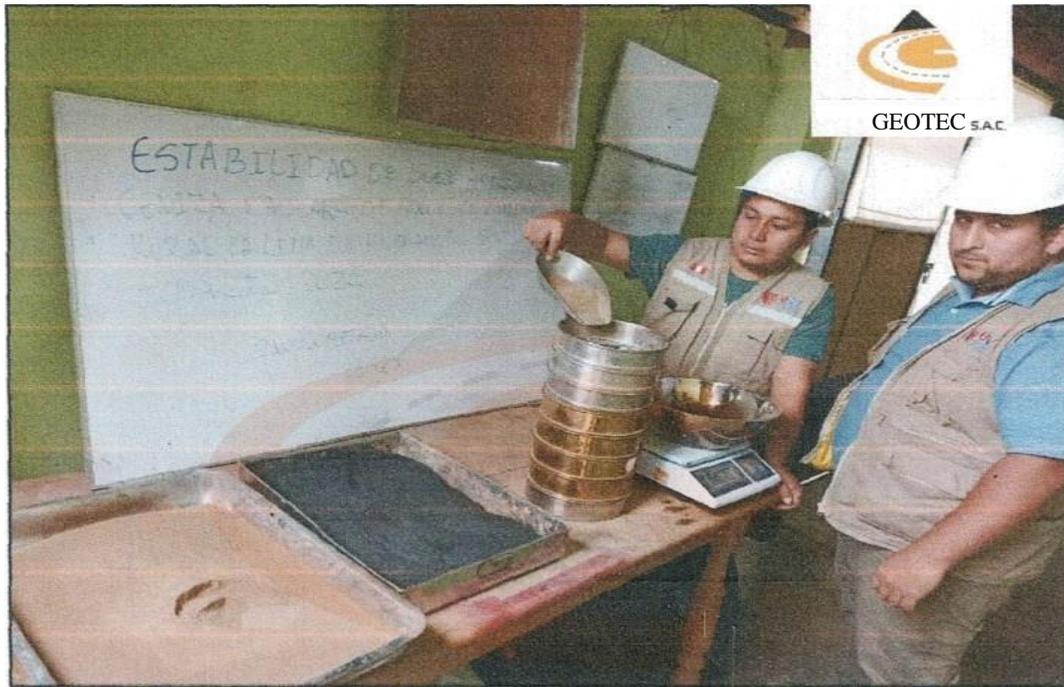


Anexo 5. Vista de calicatas desde Google Earth



Vista de las calicatas: Google Earth

Anexo 6. Ensayos de laboratorio



Los testistas realizaron la extracción de Ocho (08) muestras del suelo (subrasante) del c o rural LA LIMA DE HUARANGO del Distrito de Huarango- Provincia de San Ignacio - Departamento y Región de Cajamarca conforme al siguiente cuadro de coordenadas UTM WGS84:

DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ZQNA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
C-01	743911.33 m	9415917.78 m	17 M	Km 00+742 ml	-1.50 m
C-02	744523.27 m	9415815.08 m	17 M	Km 01+ 500 ml	-1.50 m
C-03	744932.12 m	9415325.04 m	17 M	Km 02+ 2S0 ml	-1.50 m
C-04	745325.64 m	9415655.22 m	17 M	Km 03+ 000 ml	-1.50 m
C-05	745936.37 m	9416029.95 m	17 M	Km 03+7S0 ml	-1.50 m
C-06	746194.54 m	9416572.03 m	17 M	Km 04+ 500 ml	-1.50 m
C-07	746692.81 m	9416844.56 m	17 M	Km 05+ 245 ml	-1.50 m
C-08	747303.09 m	9416743.85 m	17 M	Km 06+ 075 ml	-1.50 m

En base a la información obtenida de los trabajos de campo y de los ensayos de laboratorio, se detalla a continuación el siguiente cuadro de resultados:

DESCRIPCION	PROGRESIVA	SUCS	AASTHO	L.L.	L.P	I.P
C-01	Km 00+742 ml	CH	A-7-6 (26)	51.17	27.49	23.68
C-02	Km01+500ml	CL	A-7-6(25)	48.86	26.20	22.66
C-03	Km02+ 250ml t	CH	A-7-6(26)	50.64	25.55	25.09
C-04	Km 03+000 ml	CH	A-7-6 (29)	51.89	22.73	29.16
C-05	Km03+750ml	CH	A-7-6(28)	51.66	24.80	26.86
C-06	Km04+ 500ml	CH	A-7-6(26)	50.44	23.78	26.66
C-07	Km05+ 245ml	CH	A-7-6(25)	50.08	26.78	23.30
C-08	Km06+075 ml	CH	A-7-6(27)	50.68	23.41	27.27



 Ing. Robinson Tapia Medina

 JEFE DE LABORATORIO

 R. CIP. N° 174365

Anexo 7. Informe de ensayo de laboratorio



CERT N° 001225-2022

001
R.U.C. 20601362563

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069
CERT. N° 01225-2022

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

TESIS:

“ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022”



SOLICITANTES:

BR. YOSIMAR CORONEL BANCES

BR. NESTOR GUERRA FLORES

UBICACIÓN:

LUGAR : CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO

DISTRITO : HUARANGO

PROVINCIA : SAN IGNACIO

REGIÓN : CAJAMARCA

NOVIEMBRE- 2022

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ENSAYOS DE LABORATORIO

I. OBJETIVO

El presente reporte tiene por objetivo la acreditación y entrega de resultados de la caracterización de nueve (08) muestras de suelo extraídas a 1.50 m del camino rural La Lima de Huarango, resultados de ensayos Proctor y CBR de Muestra Patrón y resultados de Granulometría, límites de plasticidad y CBR de muestras alteradas mediante la incorporación de 10%, 15%, 20% y 25% de ceniza de cascara de arroz a la muestra patrón, dichos ensayos fueron realizados en las instalaciones del Laboratorio GEOTEC VIAL SAC por los señores: YOSIMAR CORONEL BANCES y NESTOR GUERRA FLORES para la elaboración de la Tesis: "ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO - SAN IGNACIO 2022".

II. INVESTIGACIÓN Y EXPLORACION DE CAMPO

- Los testistas realizaron la extracción de Ocho (08) muestras del suelo (subrasante) del camino rural LA LIMA DE HUARANGO del Distrito de Huarango- Provincia de San Ignacio - Departamento y Región de Cajamarca conforme al siguiente cuadro de coordenadas UTM WGS84:

DESCRIPCION	ESTE	NORTE	ZONA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
C-01	743911.33 m	9415917.78 m	17 M	Km 00+ 742 ml	-1.50 m
C-02	744523.27 m	9415815.08 m	17 M	Km 01+ 500 ml	-1.50 m
C-03	744932.12 m	9415325.04 m	17 M	Km 02+ 250 ml	-1.50 m
C-04	745325.64 m	9415655.22 m	17 M	Km 03+ 000 ml	-1.50 m
C-05	745936.37 m	9416029.95 m	17 M	Km 03+ 750 ml	-1.50 m
C-06	746194.54 m	9416572.03 m	17 M	Km 04+ 500 ml	-1.50 m
C-07	746692.81 m	9416844.56 m	17 M	Km 05+ 245 ml	-1.50 m
C-08	747303.09 m	9416743.85 m	17 M	Km 06+ 075 ml	-1.50 m

III. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con la finalidad de determinar las características, propiedades y calidad del material, se tomó la muestra de la cantera y se realizaron ensayos de clasificación y de calidad, en el laboratorio, siguiendo los lineamientos de las normas técnicas vigentes, el cual se resume con las normas correspondientes:

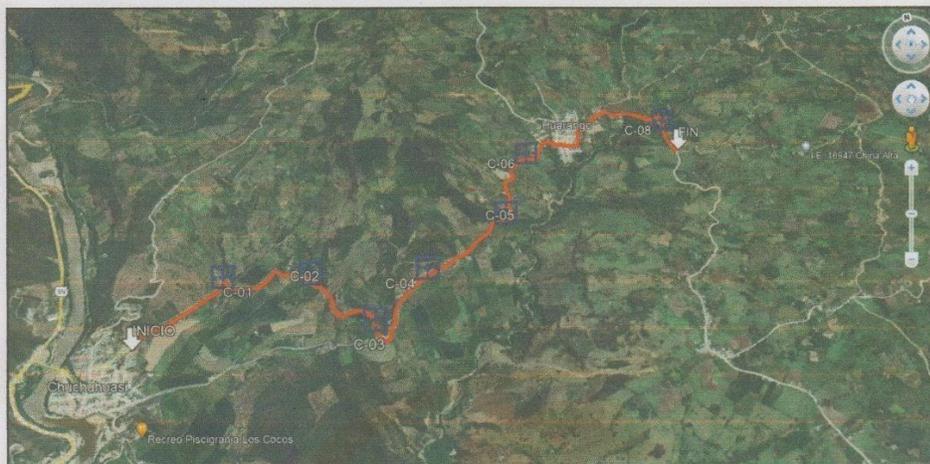
- Análisis granulométrico NTP 400.012 /MTC E 204
- Límites de consistencia NTP 339.129 /ASTM D4318 - 17e1 /MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112
- Ensayo de Proctor Modificado NTP 339.141 / ASTM D 1557 / MTC E 115
- Clasificación SUCS ASTM-D-2487
- Clasificación AASTHO AASTHO-M-145
- Ensayo CBR ASTM D 1883 / MTC E 132

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

IV. RESULTADOS DE LABORATORIO

IV.1. CARACTERIZACION DE MUESTRAS (08 CALICATAS)

Las muestras fueron ensayadas para la obtención de su granulometría, plasticidad, clasificación de suelos SUCS y AASTHO, Proctor Modificado y CBR conforme se detalla en el acápite III.



Vista de las calicatas: Google Earth

En base a la información obtenida de los trabajos de campo y de los ensayos de laboratorio, se detalla a continuación el siguiente cuadro de resultados:

DESCRIPCION	PROGRESIVA	SUCS	AASTHO	L.L.	L.P.	I.P
C-01	Km 00+ 742 ml	CH	A-7-6 (26)	51.17	27.49	23.68
C-02	Km 01+ 500 ml	CL	A-7-6 (25)	48.86	26.20	22.66
C-03	Km 02+ 250 ml	CH	A-7-6 (26)	50.64	25.55	25.09
C-04	Km 03+ 000 ml	CH	A-7-6 (29)	51.89	22.73	29.16
C-05	Km 03+ 750 ml	CH	A-7-6 (28)	51.66	24.80	26.86
C-06	Km 04+ 500 ml	CH	A-7-6 (26)	50.44	23.78	26.66
C-07	Km 05+ 245 ml	CH	A-7-6(25)	50.08	26.78	23.30
C-08	Km 06+ 075 ml	CH	A-7-6 (27)	50.68	23.41	27.27

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365



GEOTEC VIAL
S.A.C.

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

IV.2. OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRA PATRÓN Y MUESTRAS ALTERADAS.

Los ensayos de Proctor y Soporte CBR de la muestra Patrón fueron obtenidas de la calicata N°04, así mismo a continuación se detallarán los resultados de granulometría, límites y soporte CBR de las muestras alteradas para la elaboración de la tesis: “ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022”.

MUESTRAS	PATRON (C-04)	PATRON + 10% CENIZA	PATRON + 15% CENIZA	PATRON + 20% CENIZA	PATRON + 25% CENIZA
DSM (gr/cm ³)	1.704	1.567	1.505	1.497	1.541
CHO (%)	17.20	23.90	25.40	26.00	24.80
CBR (%)	5.15	11.23	13.16	15.39	1.464
SUCS	CH	CH	CH	CH	CH
L.L.	51.89	53.38	53.05	53.76	54.57
L.P.	22.73	26.60	27.02	27.21	27.53
I.P.	29.16	26.78	26.03	26.55	27.04

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- “MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES”, Ministerio de Transportes y comunicaciones del Perú.
- “MANUAL DE CARRETERAS - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN (EG-2013)”, Ministerio de Transportes y comunicaciones del Perú.
- “LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS”, Universidad Nacional de Ingeniería
- “MECANICA DE SUELOS “Tomo I y II, Eulalio Juárez Badillo – Alfonso Rico Rodríguez

VI. ANEXOS

ANEXO A: Certificaciones de los ensayos de laboratorio

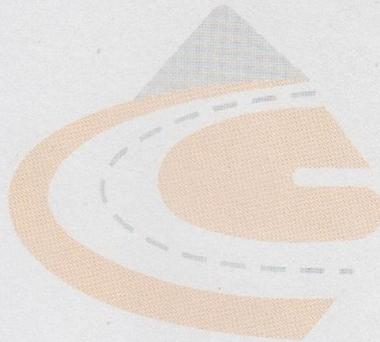
GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

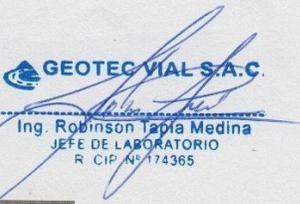
Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ANEXO A: Certificaciones de los ensayos de laboratorio



GEOTEC VIAL
S.A.C.




GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
 Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
 Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
 Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
 Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

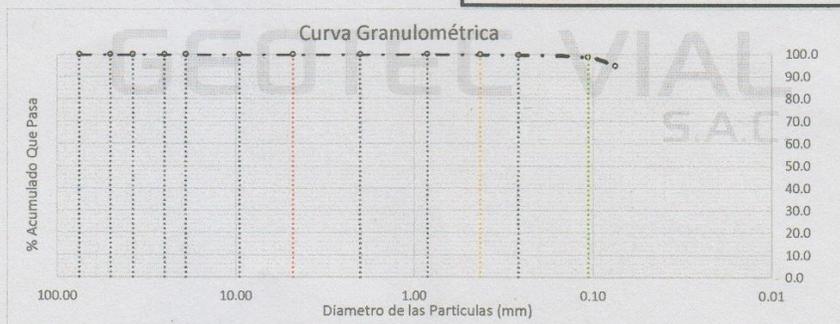
CALICATA : C-01 COORDENADAS : 743911.33 m E; 9415917.78 m S
 CAPA : SUB RASANTE ZONA : 17 M
 PROFUNDIDAD : -1.50 m PROGRESIVA : Km 00+ 742 ml

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.08	0.03	0.03	99.97
N° 20	0.840	0.07	0.02	0.05	99.95
N° 40	0.425	0.63	0.21	0.26	99.74
N° 60	0.260	0.32	0.11	0.37	99.63
N° 140	0.106	3.16	1.05	1.42	98.58
N° 200	0.075	11.54	3.85	5.27	94.73
Plato		0.09		100.0	

Datos de la Muestra	
P _{inicial}	: 300.00 g. % Grava: 0
P _{fraccion}	: 300.00 g. % Arena: 5.27
P _{perdida por lavado}	: 284.11 g. % Finos : 94.73

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 51.17 %
Limite Plastico	: 27.49 %
I.P.	: 23.68 %

CLASIFICACION	
ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD	
SUCS	: CH
AASTHO	: A-7-6 (26)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Fernando Lacherre Vásquez
 TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Japia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
 Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

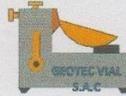


- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO - SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

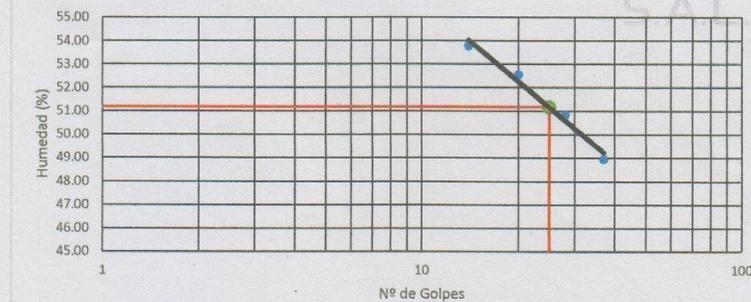
CALICATA : C-01
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO					
RECIPIENTE N°		C12	C18	C6	C16
N° DE GOLPES		37	28	20	14
Peso Tara (g)		11.73	11.01	10.61	9.68
Peso Tara + suelo Humedo (g)		41.98	44.87	43.78	42.10
Peso Tara + suelo seco (g)		32.04	33.46	32.35	30.76
Peso del agua (g)		9.94	11.41	11.43	11.34
Peso del suelo seco (g)		20.31	22.45	21.74	21.08
% DE HUMEDAD		48.96	50.84	52.56	53.78

LIMITE PASTICO			
RECIPIENTE N°		A9	27A
Peso Tara (g)		12.07	9.81
Peso Tara + suelo Humedo (g)		29.29	33.04
Peso Tara + suelo seco (g)		25.56	28.05
Peso del agua (g)		3.73	4.99
Peso del suelo seco (g)		13.49	18.24
% DE HUMEDAD		27.64	27.34

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	51.17
LIMITE PASTICO :	27.49
INDICE DE PLASTICIDAD :	23.68

Curva de Fluidez



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vásquez
FERNANDO LACHERRE VÁSQUEZ
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Robinson Tapia Medina
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-02
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

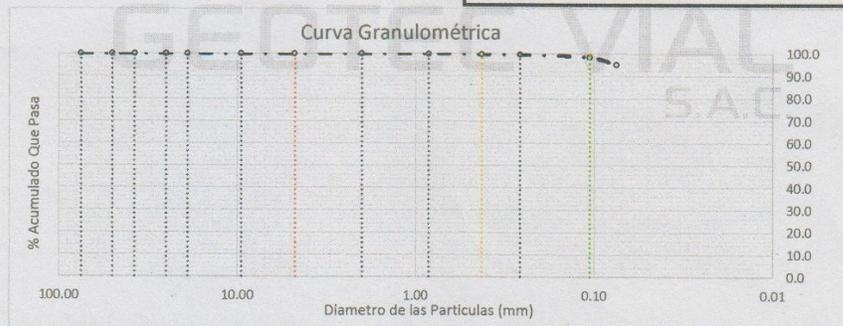
COORDENADAS : 744523.27 m E; 9415815.08 m S
ZONA : 17 M
PROGRESIVA : Km 01+500 ml

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.11	0.04	0.04	99.96
N° 20	0.840	0.08	0.03	0.07	99.93
N° 40	0.425	0.76	0.25	0.32	99.68
N° 60	0.260	0.29	0.10	0.42	99.58
N° 140	0.106	3.64	1.21	1.63	98.37
N° 200	0.075	9.84	3.28	4.91	95.09
Plato		0.05		100.0	

Datos de la Muestra	
P _{inicial}	: 300.00 g. % Grava: 0
P _{fraccion}	: 300.00 g. % Arena: 4.91
P _{perdida por lavado}	: 285.23 g. % Finos : 95.09

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 48.86 %
Limite Plastico	: 26.20 %
I.P.	: 22.66 %

CLASIFICACION	
Arcilla ligera	
SUCS	: CL
AASTHO	: A-7-6 (25)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherra Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. C. P. N° 174365



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



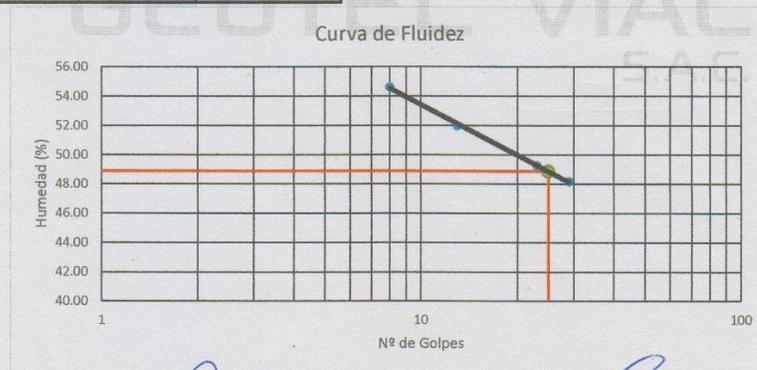
Proyecto : MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
: ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-02
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO					
RECIPIENTE N°		A8	A9	A10	A11
N° DE GOLPES		8	13	23	29
Peso Tara	(g)	9.44	12.07	9.87	9.66
Peso Tara + suelo Humedo	(g)	44.45	45.11	39.49	39.95
Peso Tara + suelo seco	(g)	32.08	33.81	29.71	30.10
Peso del agua	(g)	12.37	11.30	9.78	9.85
Peso del suelo seco	(g)	22.64	21.74	19.84	20.44
% DE HUMEDAD		54.63	51.96	49.27	48.18

LIMITE PASTICO			
RECIPIENTE N°		A9	27A
Peso Tara	(g)	12.07	9.81
Peso Tara + suelo Humedo	(g)	29.36	29.07
Peso Tara + suelo seco	(g)	25.76	25.09
Peso del agua	(g)	3.60	3.98
Peso del suelo seco	(g)	13.69	15.28
% DE HUMEDAD		26.33	26.07

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	48.86
LIMITE PASTICO :	26.20
INDICE DE PLASTICIDAD :	22.66



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. C. P. N° 174365

CERT N° 001225-2022

0010

R.U.C. 20601362563



GEOTEC VIAL
S.A.C.

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-03
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

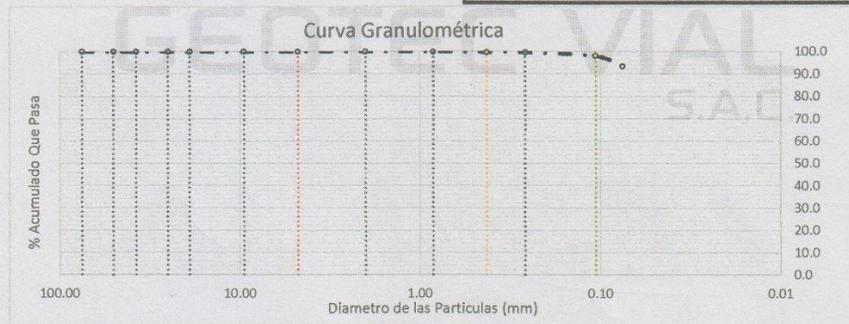
COORDENADAS : 744932.12 m E; 9415325.04 m S
ZONA : 17 M
PROGRESIVA : Km 02+250 ml

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.16	0.05	0.05	99.95
N° 20	0.840	0.11	0.04	0.09	99.91
N° 40	0.425	0.55	0.18	0.27	99.73
N° 60	0.260	0.29	0.10	0.37	99.63
N° 140	0.106	4.95	1.65	2.02	97.98
N° 200	0.075	13.67	4.56	6.58	93.42
Plato		0.14		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 300.00 g. % Grava: 0
P fraccion	: 300.00 g. % Arena: 6.58
P perdida por lavado	: 280.13 g. % Finos: 93.42

Resultados de ensayos	
Limite Líquido	: 50.64 %
Limite Plástico	: 25.55 %
I.P.	: 25.09 %

CLASIFICACION	
ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD	
SUCS	: CH
AASTHO	: A-7-6 (26)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vasquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



Proyecto : MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO - SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

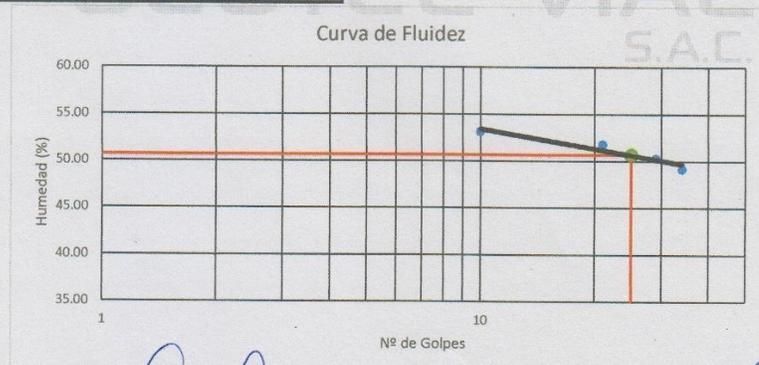
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-03
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A6	A11	A23	A29
N° DE GOLPES	10	21	29	34
Peso Tara (g)	10.39	9.66	10.87	10.24
Peso Tara + suelo Humedo (g)	38.71	45.25	41.43	42.64
Peso Tara + suelo seco (g)	28.88	33.10	31.20	31.96
Peso del agua (g)	9.83	12.15	10.23	10.68
Peso del suelo seco (g)	18.49	23.44	20.33	21.72
% DE HUMEDAD	53.15	51.82	50.33	49.19

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B6	B16
Peso Tara (g)	10.15	9.46
Peso Tara + suelo Humedo (g)	30.01	27.47
Peso Tara + suelo seco (g)	25.99	23.79
Peso del agua (g)	4.02	3.68
Peso del suelo seco (g)	15.84	14.33
% DE HUMEDAD	25.41	25.69

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	50.64
LIMITE PASTICO :	25.55
INDICE DE PLASTICIDAD :	25.09



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vasquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

CERT N° 001225-2022

0012

R.U.C. 20601362563



GEOTEC VIAL
S.A.C.

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-04
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

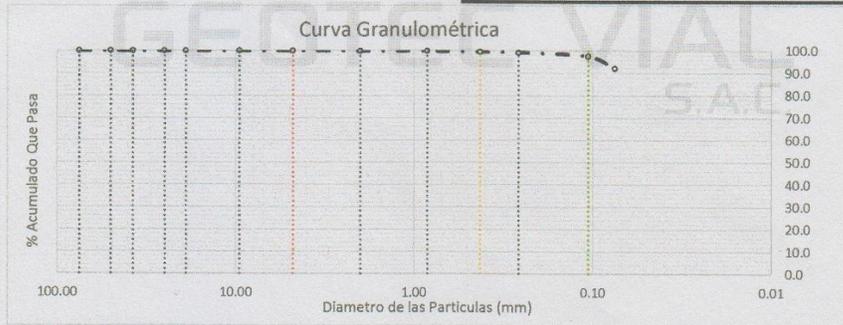
COORDENADAS : 745325.64 m E; 9415655.22 m S
ZONA : 17 M
PROGRESIVA : Km 03+000 ml

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.26	0.09	0.09	99.91
N° 20	0.840	0.33	0.11	0.20	99.80
N° 40	0.425	1.06	0.35	0.55	99.45
N° 60	0.260	0.69	0.23	0.78	99.22
N° 140	0.106	5.02	1.67	2.45	97.55
N° 200	0.075	16.26	5.42	7.87	92.13
Plato		0.18		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 300.00 g, % Grava: 0
P fraccion	: 300.00 g, % Arena: 7.87
P perdida por lavado	: 276.20 g, % Finos: 92.13

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 51.89 %
Limite Plastico	: 22.73 %
I.P.	: 29.16 %

CLASIFICACION	
Arcilla Inorganica de alta plasticidad	
SUCS	: CH
AASTHO	: A-7-6 (29)



Nota: *El uso de esta informacion es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
[Signature]
Fernando Lacherre Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
[Signature]
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



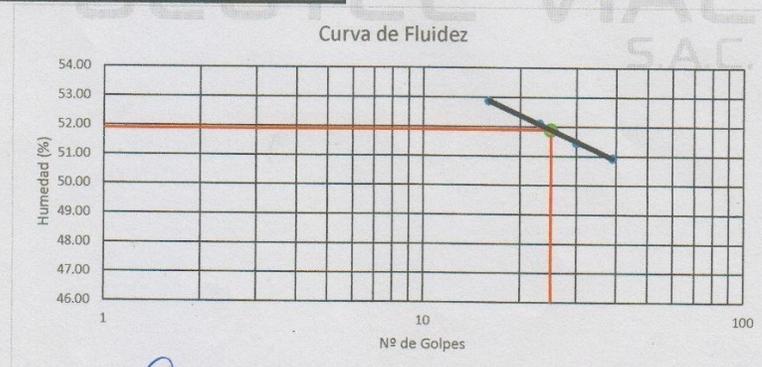
MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-04
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A2	A9	A17	A18
N° DE GOLPES	16	23	30	39
Peso Tara (g)	11.80	12.07	10.20	10.41
Peso Tara + suelo Humedo (g)	43.51	46.95	39.49	42.51
Peso Tara + suelo seco (g)	32.54	35.00	29.54	31.68
Peso del agua (g)	10.97	11.95	9.95	10.83
Peso del suelo seco (g)	20.74	22.93	19.34	21.27
% DE HUMEDAD	52.87	52.11	51.45	50.93

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B2	B6
Peso Tara (g)	9.42	11.31
Peso Tara + suelo Humedo (g)	44.37	40.33
Peso Tara + suelo seco (g)	37.91	34.95
Peso del agua (g)	6.46	5.38
Peso del suelo seco (g)	28.49	23.64
% DE HUMEDAD	22.68	22.77

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	51.89
LIMITE PASTICO :	22.73
INDICE DE PLASTICIDAD :	29.16



GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-05
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

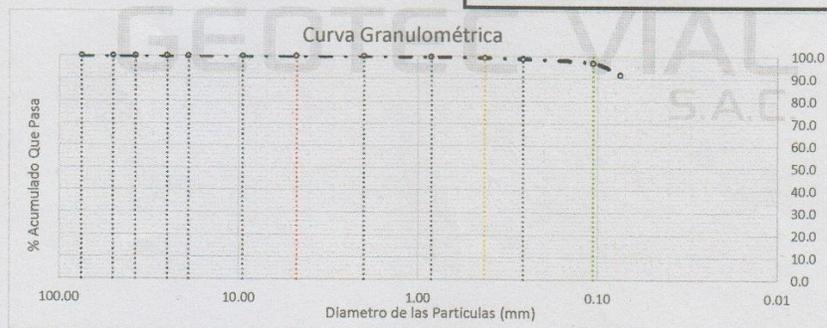
COORDENADAS : 745936.37 m E; 9416029.95 m S
ZONA : 17 M
PROGRESIVA : Km 03+750 ml

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.08	0.03	0.03	99.97
N° 20	0.840	1.15	0.38	0.41	99.59
N° 40	0.425	0.95	0.32	0.73	99.27
N° 60	0.260	1.38	0.46	1.19	98.81
N° 140	0.106	5.62	1.87	3.06	96.94
N° 200	0.075	15.74	5.25	8.31	91.69
Plato		0.09		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 300.00 g, % Grava: 0
P fraccion	: 300.00 g, % Arena: 8.31
P perdida por lavado	: 274.99 g, % Finos : 91.69

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 51.66 %
Limite Plastico	: 24.80 %
I.P.	: 26.86 %

CLASIFICACION	
Arcilla Inorganica de alta plasticidad	
SUCS	: CH
AASTHO	: A-7-6 (28)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

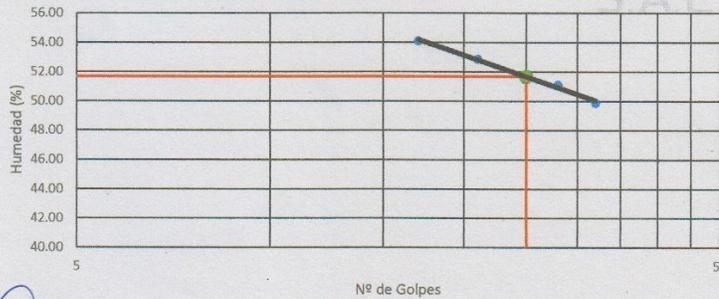
CALICATA : C-05
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	B18	B25	A4	A15
N° DE GOLPES	17	21	28	32
Peso Tara (g)	9.83	9.06	10.34	9.80
Peso Tara + suelo Humedo (g)	42.66	39.65	44.32	45.57
Peso Tara + suelo seco (g)	31.13	29.07	32.83	33.67
Peso del agua (g)	11.53	10.58	11.49	11.90
Peso del suelo seco (g)	21.30	20.01	22.49	23.87
% DE HUMEDAD	54.12	52.87	51.11	49.87

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	A22	A30
Peso Tara (g)	9.36	10.16
Peso Tara + suelo Humedo (g)	32.60	29.76
Peso Tara + suelo seco (g)	27.99	25.86
Peso del agua (g)	4.61	3.90
Peso del suelo seco (g)	18.63	15.70
% DE HUMEDAD	24.76	24.84

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	51.66
LIMITE PASTICO :	24.80
INDICE DE PLASTICIDAD :	26.86

Curva de Fluidez



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

CERT N° 001225-2022

0016

R.U.C. 20601362563



GEOTEC VIAL
S.A.C.

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-06
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

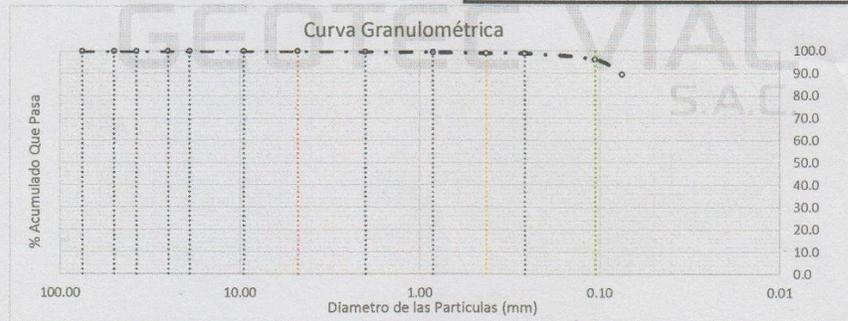
COORDENADAS : 746194.54 m E; 9416572.03 m S
ZONA : 17 M
PROGRESIVA : Km 04+500 ml

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.88	0.29	0.29	99.71
N° 20	0.840	1.02	0.34	0.63	99.37
N° 40	0.425	1.25	0.42	1.05	98.95
N° 60	0.260	0.19	0.06	1.11	98.89
N° 140	0.106	7.85	2.62	3.73	96.27
N° 200	0.075	20.61	6.87	10.60	89.40
Plato		0.19		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 300.00 g. % Grava: 0
P fraccion	: 300.00 g. % Arena: 10.6
P perdida por lavado	: 268.01 g. % Finos : 89.4

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 50.44 %
Limite Plastico	: 23.78 %
I.P.	: 26.66 %

CLASIFICACION	
Arcilla Inorganica de alta plasticidad	
SUCS	: CH
AASTHO	: A-7-6 (26)



Nota: *El uso de esta informacion es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherré Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

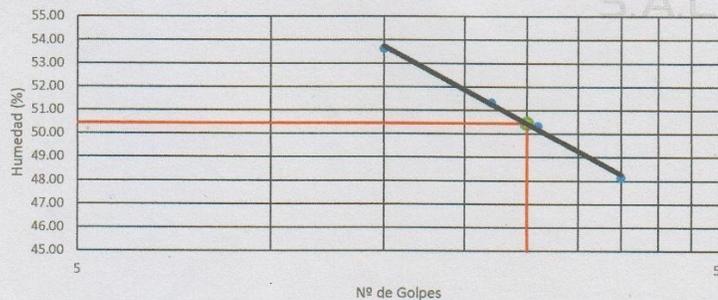
CALICATA : C-06
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO					
RECIPIENTE N°		B11	A4	A16	A22
N° DE GOLPES		15	22	26	35
Peso Tara (g)		9.82	10.34	11.58	9.36
Peso Tara + suelo Humedo (g)		40.84	41.92	42.76	38.30
Peso Tara + suelo seco (g)		30.01	31.21	32.32	28.90
Peso del agua (g)		10.83	10.71	10.44	9.40
Peso del suelo seco (g)		20.19	20.87	20.74	19.54
% DE HUMEDAD		53.64	51.33	50.34	48.13

LIMITE PASTICO			
RECIPIENTE N°		A27	B10
Peso Tara (g)		9.81	9.91
Peso Tara + suelo Humedo (g)		30.75	25.21
Peso Tara + suelo seco (g)		26.74	22.26
Peso del agua (g)		4.01	2.95
Peso del suelo seco (g)		16.93	12.35
% DE HUMEDAD		23.70	23.86

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	50.44
LIMITE PASTICO :	23.78
INDICE DE PLASTICIDAD :	26.66

Curva de Fluidez



GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherré Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Japía Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. C. P. N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-07
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

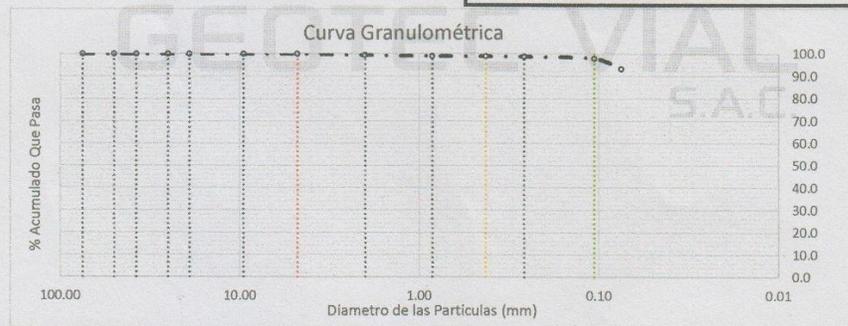
COORDENADAS : 746692.81 m E; 9416844.56 m S
ZONA : 17 M
PROGRESIVA : Km 05+245 ml

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	1.68	0.56	0.56	99.44
N° 20	0.840	1.32	0.44	1.00	99.00
N° 40	0.425	0.39	0.13	1.13	98.87
N° 60	0.260	0.46	0.15	1.28	98.72
N° 140	0.106	2.54	0.85	2.13	97.87
N° 200	0.075	13.89	4.63	6.76	93.24
Plato		0.21	0.1	100.0	

Datos de la Muestra	
P _{inicial}	: 300.00 g. % Grava: 0
P _{fraccion}	: 300.00 g. % Arena: 6.76
P _{perdida por lavado}	: 279.51 g. % Finos : 93.24

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 50.08 %
Limite Plastico	: 26.78 %
I.P.	: 23.30 %

CLASIFICACION	
Arcilla Inorganica de alta plasticidad	
SUCS	: CH
AASTHO	: A-7-6(25)



Nota: *El uso de esta informacion es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lachera Vasquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



Proyecto : MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

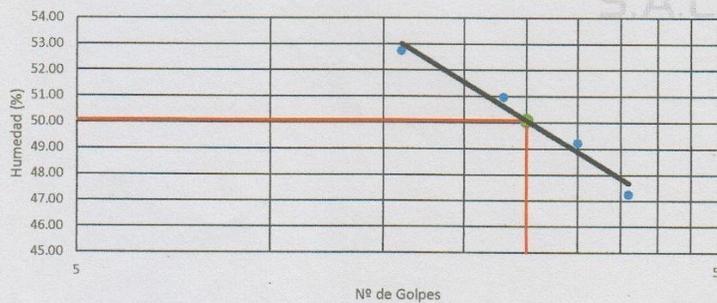
CALICATA : C-07
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A3	A5	A14	A24
N° DE GOLPES	16	23	30	36
Peso Tara (g)	10.5	10.24	10.16	9.46
Peso Tara + suelo Humedo (g)	40.68	45.84	47.11	41.63
Peso Tara + suelo seco (g)	30.26	33.82	34.92	31.31
Peso del agua (g)	10.42	12.02	12.19	10.32
Peso del suelo seco (g)	19.76	23.58	24.76	21.85
% DE HUMEDAD	52.75	50.98	49.22	47.25

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	A30	B20
Peso Tara (g)	10.16	9.74
Peso Tara + suelo Humedo (g)	35.24	25.97
Peso Tara + suelo seco (g)	29.93	22.55
Peso del agua (g)	5.31	3.42
Peso del suelo seco (g)	19.77	12.81
% DE HUMEDAD	26.85	26.71

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	50.08
LIMITE PASTICO :	26.78
INDICE DE PLASTICIDAD :	23.30

Curva de Fluidez



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



GEOTEC VIAL
S.A.C.

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO



MTC E 107

Referencia Normativa: ASTM D 422

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-08
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

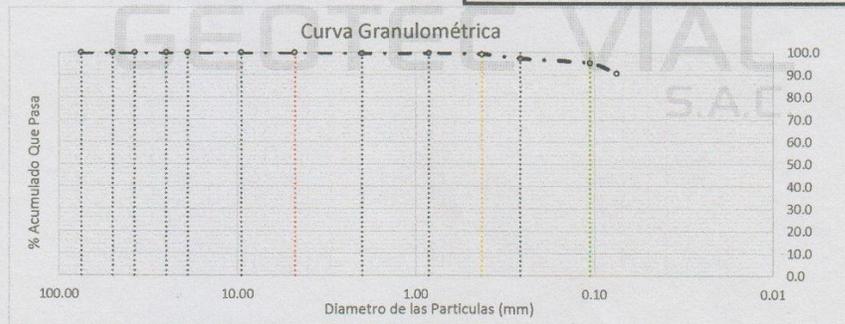
COORDENADAS : 747303.09 m E; 9416743.85 m S
ZONA : 17 M
PROGRESIVA : Km 06+075 ml

Tamiz N°	Abert. (mm)	P. RET. (g.)	% Peso Ret	% Peso Ret Ac	% Que Pasa
3"	75.000	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	0.0	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.0	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.92	0.31	0.31	99.69
N° 20	0.840	0.15	0.05	0.36	99.64
N° 40	0.425	1.30	0.43	0.79	99.21
N° 60	0.260	5.73	1.91	2.70	97.30
N° 140	0.106	6.12	2.04	4.74	95.26
N° 200	0.075	13.72	4.57	9.31	90.69
Plato		0.09		100.0	

Datos de la Muestra	
P inicial	: 300.00 g, % Grava: 0
P fracción	: 300.00 g, % Arena: 9.31
P perdida por lavado	: 271.97 g, % Finos : 90.69

Resultados de ensayos	
Limite Liquido	: 50.68 %
Limite Plastico	: 23.41 %
I.P.	: 27.27 %

CLASIFICACION	
Arcilla Inorganica de alta plasticidad	
SUCS	: CH
AASTHO	: A-7-6 (27)



Nota: *El uso de esta información es exclusiva del solicitante

GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherra Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Topia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R.C.P. N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO



Proyecto : MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)
ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO - SAN IGNACIO 2022

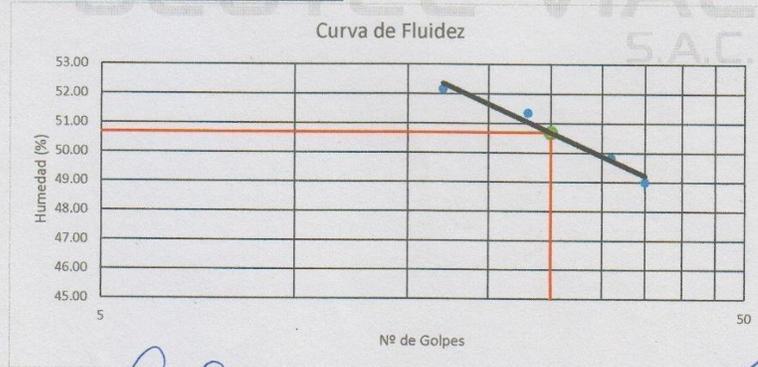
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

CALICATA : C-08
CAPA : SUB RASANTE
PROFUNDIDAD : -1.50 m

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A10	A12	A15	A21
N° DE GOLPES	17	23	31	35
Peso Tara (g)	9.87	10.25	9.80	9.46
Peso Tara + suelo Humedo (g)	41.18	38.66	38.79	41.32
Peso Tara + suelo seco (g)	30.45	29.02	29.15	30.84
Peso del agua (g)	10.73	9.64	9.64	10.48
Peso del suelo seco (g)	20.58	18.77	19.35	21.38
% DE HUMEDAD	52.16	51.36	49.83	49.01

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	A26	A28
Peso Tara (g)	10.10	9.57
Peso Tara + suelo Humedo (g)	26.77	28.93
Peso Tara + suelo seco (g)	23.58	25.29
Peso del agua (g)	3.19	3.64
Peso del suelo seco (g)	13.48	15.72
% DE HUMEDAD	23.65	23.17

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	50.68
LIMITE PASTICO :	23.41
INDICE DE PLASTICIDAD :	27.27



GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 / METODO "A"

Referencia Normativa: NTP 339.185



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-04
CAPA : SUB RASANTE
MATERIAL : ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
Gs (teórico) : 2.66
PRESENTACION: 01 SACO DE POLIETILENO
CANTIDAD: 60 KG APROX. C/U
COORDENADAS: 745325.64 m E; 9415655.22 m S
PROGRESIVA: Km 03+000 ml

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso Molde + Suelo Húmedo (gr.)	5904	6052	6144	6116
Peso del Molde (gr.)	4177	4177	4177	4177
Volumen del molde (cc)	962.1	962.1	962.1	962.1
Peso del Suelo Humedo (gr.)	1727	1875	1967	1939
Densidad Suelo Humedo (gr/cc).	1.795	1.949	2.044	2.015

Tara N°	D-01	D-03	D-05	D-02
Peso de la Tara (gr.)	290.2	341.2	302.5	352.1
Muestra húmeda + Tara (gr.)	638.5	669.9	702.0	727.9
Muestra seca + Tara (gr.)	602.9	626.6	639.3	660.2
Peso del Agua (gr.)	35.6	43.3	62.7	67.7
Muestra Seca (gr.)	312.7	285.4	336.8	308.1
Contenido de Humedad (%)	11.38	15.16	18.61	21.97
DENSIDAD SECA (gr./cm ³)	1.612	1.692	1.723	1.652

OBTENCION DE CURVA DE SATURACION

100% SATURACION (GS = 2.66)	2.042	1.896	1.779	1.679
-----------------------------	-------	-------	-------	-------

Resumen

DSM : 1.704 gr/cm³.
CHO : 17.20 %

Método : "A"
N° de Capas : 5
N° de Golpes : 25



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365



GEOTEC VIAL
S.A.C.

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

CANTERA : C-04 PRESENTACION: 01 SACO DE POLIETILENO

MUESTRA : SUB RASANTE CANTIDAD: 60 KG APROX. C/U

MATERIAL : ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD PROGRESIVA: Km 03+000 ml

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

	C	B	A
Molde N°	5	5	5
Número de Capas	56	25	12
N° de golpes por capas	4530	4530	4530
Sobrecarga (gr.)	12291	12381	11682
Muestra húmeda + Molde (gr.)	8062	8304	7939
Peso del Molde (gr.)	4229	4077	3743
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	2103	2108	2144
Volúmen del Molde (cm3)	2.011	1.934	1.746
Densidad húmeda (gr/cm3)			

CONTENIDO DE HUMEDAD

	D-10	D-13	D-04
Tara N°	352.3	371.2	360.8
Peso de la Tara gr.	899.2	959.2	947.3
Muestra húmeda + Tara gr.	819.1	871.5	859.3
Peso del Agua gr.	80.1	87.7	88.0
Muestra Seca gr.	466.8	500.3	498.5
Contenido de Humedad %	17.15	17.52	17.66
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.717	1.646	1.484

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:	128 mm			128 mm			128 mm		
Molde N°	C			B			A		
Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs.	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-
24 hrs.	22	0.220	0.172	25	0.250	0.195	27	0.270	0.211
48 hrs.	43	0.430	0.336	49	0.490	0.383	56	0.560	0.438
72 hrs.	49	0.490	0.383	54	0.540	0.422	58	0.580	0.453
96 hrs.	54	0.540	0.422	57	0.570	0.445	62	0.620	0.484

GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365



GEOTEC VIAL
S.A.C.

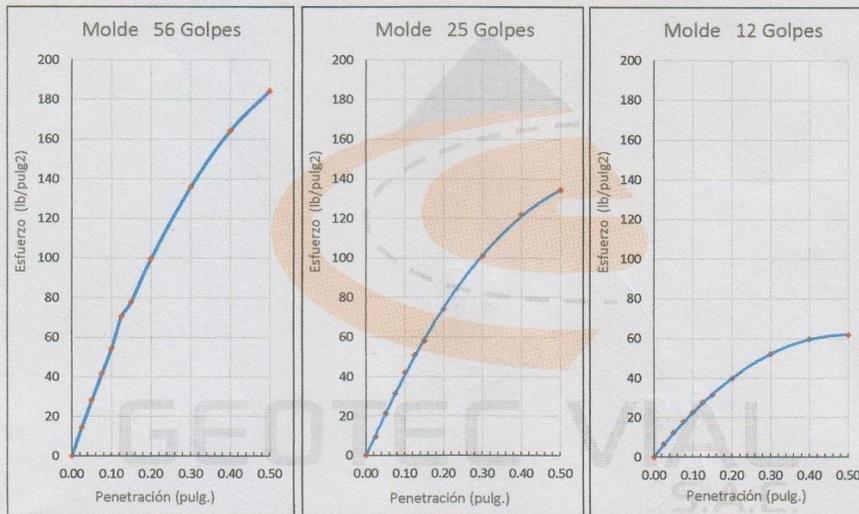
- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0			0.0			0.0		
0.63	0.025	43.3	14.4		28.6	9.5		19.7	6.6	
1.27	0.050	84.3	28.1		63.8	21.3		37.4	12.5	
1.90	0.075	124.7	41.6		94.5	31.5		53.5	17.8	
2.54	0.100	162.8	54.3	54.3	125.7	41.9	41.9	68.3	22.8	22.8
3.17	0.125	211.5	70.5		152.6	50.9		83.6	27.9	
3.81	0.150	233.2	77.7		174.1	58.0		94.7	31.6	
5.08	0.200	298.7	99.6	99.6	221.5	73.8	73.8	119.7	39.9	39.9
7.62	0.300	407.4	135.8		302.6	100.9		156.9	52.3	
10.16	0.400	492.9	164.3		365.5	121.8		179.4	59.8	
12.70	0.500	552.5	184.2		403.2	134.4		185.4	61.8	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada lbs/pulg2	Presion Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	54.3	1000	5.43	1.717
B	0.1 pulg.	41.9	1000	4.19	1.646
A	0.1 pulg.	22.8	1000	2.28	1.484

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada (lbs/pulg2)	Presion Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	99.6	1500	6.64	1.717
B	0.2 pulg.	73.8	1500	4.92	1.646
A	0.2 pulg.	39.9	1500	2.66	1.484



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherra Vásquez
TEC. LABORATORIO

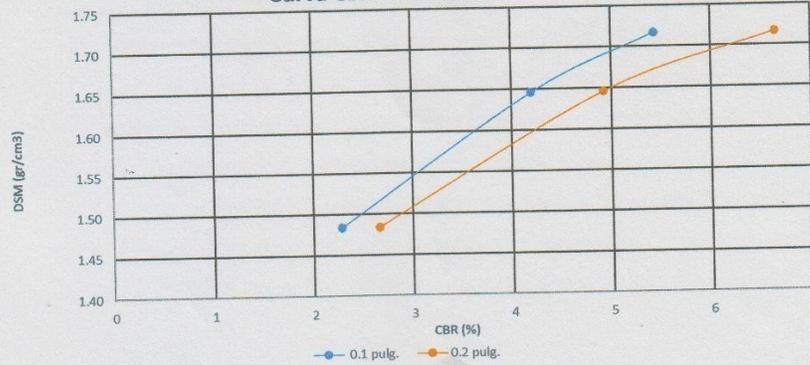
GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA : 1.704 gr./cm3
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 17.20 %
 95% dsm (g.cm3) : 1.619 gr./cm3

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	5.15%	4.01%
(0.2")	6.23%	4.79%

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Fernando Lacherre Vasquez
 TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365





- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022



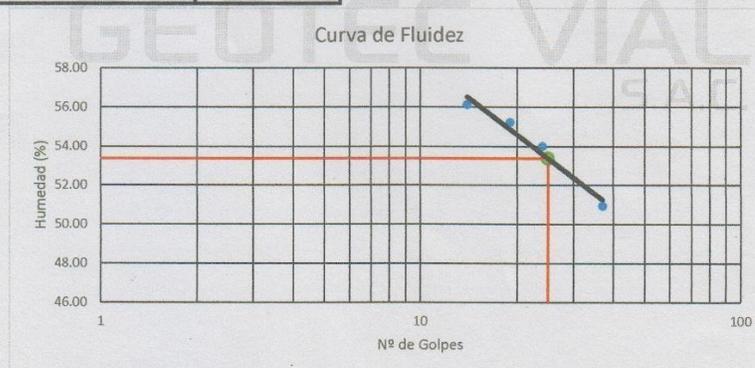
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

MUESTRA : PATRON (C-04) + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	B1	B7	B5	B19
N° DE GOLPES	14	19	24	37
Peso Tara (g)	10.25	11.46	9.87	9.11
Peso Tara + suelo Humedo (g)	46.85	42.13	43.35	43.30
Peso Tara + suelo seco (g)	33.69	31.22	31.61	31.76
Peso del agua (g)	13.16	10.91	11.74	11.54
Peso del suelo seco (g)	23.44	19.76	21.74	22.65
% DE HUMEDAD	56.13	55.21	53.99	50.94

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B9	B21
Peso Tara (g)	10.07	9.39
Peso Tara + suelo Humedo (g)	27.23	33.41
Peso Tara + suelo seco (g)	23.65	28.33
Peso del agua (g)	3.58	5.08
Peso del suelo seco (g)	13.58	18.94
% DE HUMEDAD	26.39	26.81

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	53.38
LIMITE PASTICO :	26.60
INDICE DE PLASTICIDAD :	26.78



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lachette Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. C. N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 / METODO "A"

Referencia Normativa: NTP 339.185



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-04) + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ
Gs (Teórico) : 2.66

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso Molde + Suelo Húmedo (gr.)	5896	6019	6041	5982
Peso del Molde (gr.)	4177	4177	4177	4177
Volumen del molde (cc)	962.1	962.1	962.1	962.1
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	1719	1842	1864	1805
Densidad Suelo Húmedo (gr/cc).	1.787	1.915	1.937	1.876
Tara N°	D-01	D-03	D-05	D-02
Peso de la Tara (gr.)	290.2	341.2	302.5	352.1
Muestra húmeda + Tara (gr.)	665.5	692.5	726.4	747.7
Muestra seca + Tara (gr.)	602.9	626.6	639.3	660.2
Peso del Agua (gr.)	62.6	65.9	87.1	87.5
Muestra Seca (gr.)	312.7	285.4	336.8	308.1
Contenido de Humedad (%)	20.02	23.10	25.86	28.40
DENSIDAD SECA (gr./cm ³)	1.489	1.556	1.539	1.461

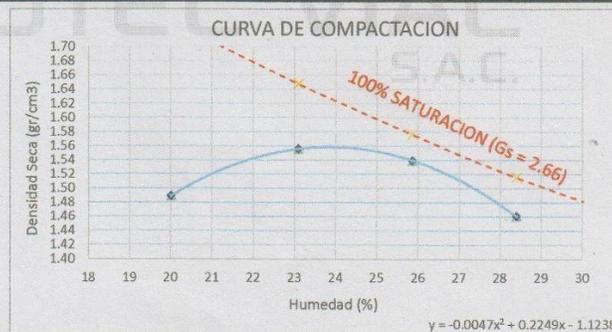
OBTENCION DE CURVA DE SATURACION

100% SATURACION (GS = 2.66)	1.736	1.648	1.576	1.515
-----------------------------	-------	-------	-------	-------

Resumen

DSM: : 1.567 gr/cm3.
CHO: : 23.90 %

Método : "A"
N° de Capas : 5
N° de Golpes : 25

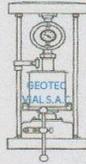


GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIF. N° 774365



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

Fecha de Entrega : Lunes, 14 de Noviembre de 2022

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-04) + 10% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

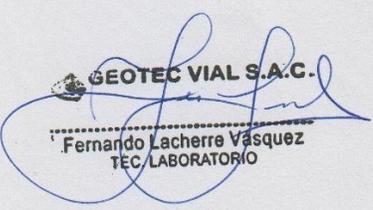
	C	B	A
Molde N°			
Número de Capas	5	5	5
N° de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (gr.)	4530	4530	4530
Muestra húmeda + Molde (gr.)	12487	12227	11620
Peso del Molde (gr.)	8062	8304	7939
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4425	3923	3681
Volúmen del Molde (cm ³)	2103	2108	2144
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.104	1.861	1.717

CONTENIDO DE HUMEDAD

	D-06	D-07	D-08
Tara N°			
Peso de la Tara gr.	310.1	302.7	305.4
Muestra húmeda + Tara gr.	749.9	827.0	725.5
Muestra seca + Tara gr.	672.2	731.3	645.2
Peso del Agua gr.	77.7	95.7	80.3
Muestra Seca gr.	362.1	428.6	339.8
Contenido de Humedad %	21.45	22.34	23.62
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.732	1.521	1.389

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:		128 mm			128 mm			128 mm		
Molde N°		C			B			A		
Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0 hrs.	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-	
24 hrs.	21	0.210	0.164	28	0.280	0.219	38	0.380	0.297	
48 hrs.	29	0.290	0.227	48	0.480	0.375	73	0.730	0.570	
72 hrs.	34	0.340	0.266	52	0.520	0.406	77	0.770	0.602	
96 hrs.	36	0.360	0.281	56	0.560	0.438	82	0.820	0.641	



GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC LABORATORIO



GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365



GEOTEC VIAL
S.A.C.

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

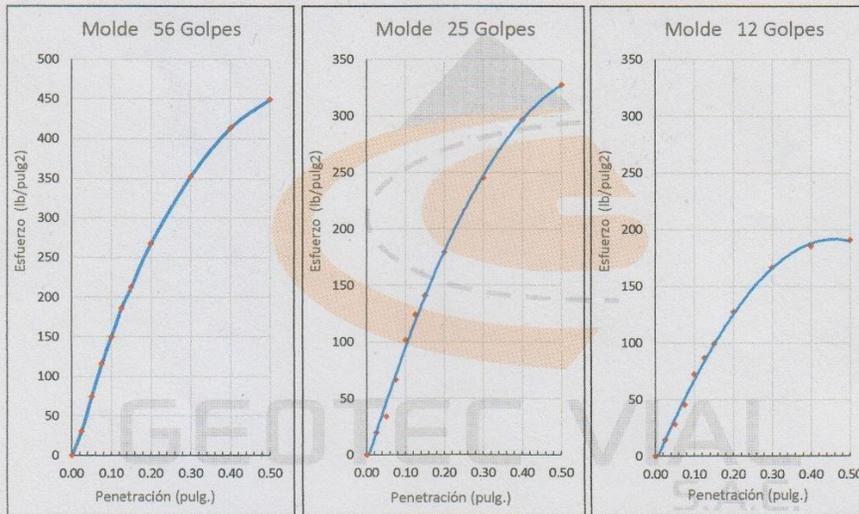
Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI

Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
0.63	0.025	92.0	30.7		59.7	19.9		43.1	14.4	
1.27	0.050	223.1	74.4		102.1	34.0		83.6	27.9	
1.90	0.075	347.2	115.7		200.2	66.7		136.5	45.5	
2.54	0.100	449.5	149.8	149.8	305.1	101.7	101.7	217.2	72.4	72.4
3.17	0.125	556.9	185.6		373.2	124.4		259.9	86.6	
3.81	0.150	635.6	211.9		422.8	140.9		298.1	99.4	
5.08	0.200	803.3	267.8	267.8	538.4	179.5	179.5	382.0	127.3	127.3
7.62	0.300	1055.7	351.9		736.1	245.4		499.8	166.6	
10.16	0.400	1239.4	413.1		890.0	296.7		555.8	185.3	
12.70	0.500	1346.4	448.8		982.4	327.5		572.8	190.9	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada lbs/pulg2	Presion Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	149.8	1000	14.98	1.732
B	0.1 pulg.	101.7	1000	10.17	1.521
A	0.1 pulg.	72.4	1000	7.24	1.389

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada (lbs/pulg2)	Presion Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	267.8	1500	17.85	1.732
B	0.2 pulg.	179.5	1500	11.96	1.521
A	0.2 pulg.	127.3	1500	8.49	1.389

GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vásquez
TEC LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

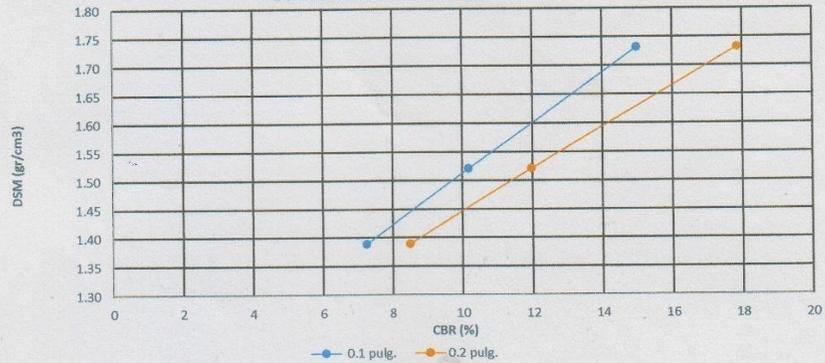
Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA : 1.567 gr./cm3
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 23.90 %
 95% dsm (g.cm3) : 1.489 gr./cm3

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	11.23%	9.46%
(0.2")	13.29%	11.15%



GEOTEC VIAL S.A.C.
 Fernando Lacherre Vásquez
 T.E.C. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R CIP N° 174365



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

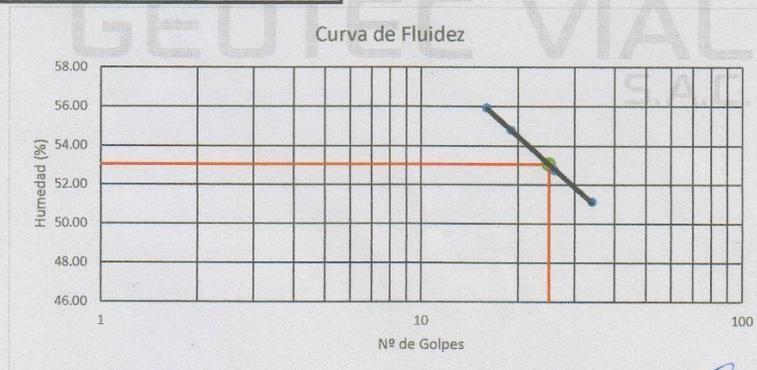
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

MUESTRA : PATRON (C-04) + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A8	B12	B3	B17
N° DE GOLPES	16	19	26	34
Peso Tara (g)	9.44	9.96	10.31	9.26
Peso Tara + suelo Humedo (g)	38.24	42.89	42.29	41.87
Peso Tara + suelo seco (g)	27.91	31.23	31.25	30.84
Peso del agua (g)	10.33	11.66	11.04	11.03
Peso del suelo seco (g)	18.47	21.27	20.94	21.58
% DE HUMEDAD	55.94	54.81	52.74	51.13

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B13	B28
Peso Tara (g)	9.18	8.97
Peso Tara + suelo Humedo (g)	27.00	28.48
Peso Tara + suelo seco (g)	23.20	24.34
Peso del agua (g)	3.80	4.14
Peso del suelo seco (g)	14.02	15.37
% DE HUMEDAD	27.11	26.93

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	53.05
LIMITE PASTICO :	27.02
INDICE DE PLASTICIDAD :	26.03



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 / METODO "A"

Referencia Normativa: NTP 339.185



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-04) + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ
Gs (teórico) : 2.66

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso Molde + Suelo Húmedo (gr.)	5720	5902	6010	5926
Peso del Molde (gr.)	4177	4177	4177	4177
Volumen del molde (cc)	962.1	962.1	962.1	962.1
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	1543	1725	1833	1749
Densidad Suelo Húmedo (gr/cc).	1.604	1.793	1.905	1.818
Tara N°	D-14	E-03	D-11	D-09
Peso de la Tara (gr.)	360.1	350.2	350.0	348.6
Muestra húmeda + Tara (gr.)	883.7	765.0	858.4	837.1
Muestra seca + Tara (gr.)	793.9	688.7	752.1	726.1
Peso del Agua (gr.)	89.8	76.3	106.3	111.0
Muestra Seca (gr.)	433.8	338.5	402.1	377.5
Contenido de Humedad (%)	20.71	22.53	26.43	29.40
DENSIDAD SECA (gr./cm ³)	1.329	1.463	1.507	1.405

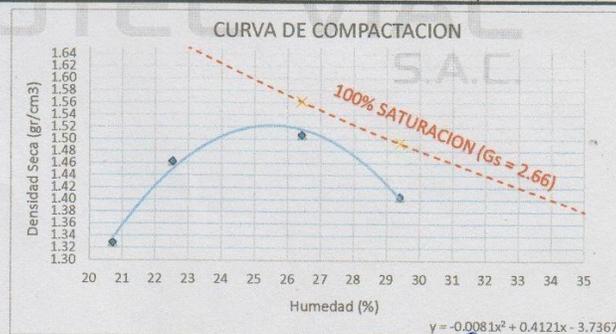
OBTENCION DE CURVA DE SATURACION

100% SATURACION (GS = 2.66)	1.715	1.663	1.562	1.493
-----------------------------	-------	-------	-------	-------

Resumen

DSM: : 1.505 gr/cm³.
CHO: : 25.40 %

Método : "A"
N° de Capas : 5
N° de Golpes : 25

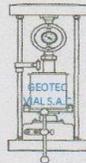


GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherra Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : Lunes, 14 de Noviembre de 2022

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-04) + 15% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

	C	B	A
Molde N°			
Número de Capas	5	5	5
N° de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (gr.)	4530	4530	4530
Muestra húmeda + Molde (gr.)	12207	12221	11549
Peso del Molde (gr.)	8062	8304	7939
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4145	3917	3610
Volúmen del Molde (cm3)	2103	2108	2144
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.971	1.858	1.684

CONTENIDO DE HUMEDAD

	D-16	D-15	D-12
Tara N°			
Peso de la Tara gr.	344.8	316.8	320.1
Muestra húmeda + Tara gr.	833.2	791.7	753.8
Muestra seca + Tara gr.	746.9	705.0	670.9
Peso del Agua gr.	86.3	86.7	82.9
Muestra Seca gr.	402.1	388.2	350.8
Contenido de Humedad %	21.45	22.34	23.62
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.623	1.519	1.362

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:		128 mm			128 mm			128 mm		
Molde N°		C			B			A		
Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0 hrs.	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-	
24 hrs.	18	0.180	0.141	36	0.360	0.281	49	0.490	0.383	
48 hrs.	23	0.230	0.180	38	0.380	0.297	53	0.530	0.414	
72 hrs.	25	0.250	0.195	41	0.410	0.320	56	0.560	0.438	
96 hrs.	26	0.260	0.203	44	0.440	0.344	58	0.580	0.453	

GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. C. P. N° 174365



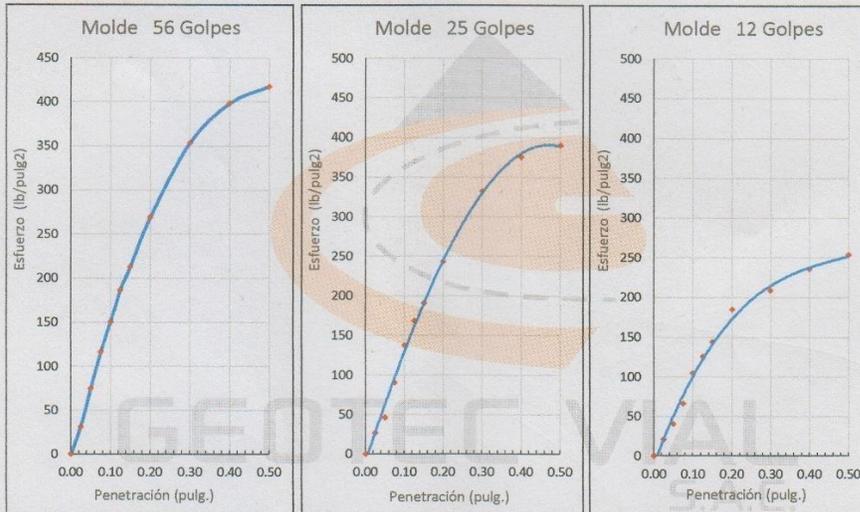
- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
0.63	0.025	92.4	30.8		80.3	26.8		62.4	20.8	
1.27	0.050	224.0	74.7		138.4	46.1		121.1	40.4	
1.90	0.075	348.5	116.2		271.3	90.4		197.6	65.9	
2.54	0.100	451.3	150.4	150.4	413.5	137.8	137.8	314.3	104.8	
3.17	0.125	559.1	186.4		505.7	168.6		376.2	125.4	
3.81	0.150	638.1	212.7		573.0	191.0		431.4	143.8	
5.08	0.200	806.4	268.8	268.8	729.7	243.2	243.2	552.9	184.3	
7.62	0.300	1059.8	353.3		997.6	332.5		625.9	208.6	
10.16	0.400	1194.2	398.1		1126.1	375.4		706.9	235.6	
12.70	0.500	1251.6	417.2		1171.5	390.5		760.8	253.6	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada lbs/pulg2	Presion Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	150.4	1000	15.04	1.623
B	0.1 pulg.	137.8	1000	13.78	1.519
A	0.1 pulg.	104.8	1000	10.48	1.362

MOLDE N°	Penetración pulg	Presion Aplicada (lbs/pulg2)	Presion Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	268.8	1500	17.92	1.623
B	0.2 pulg.	243.2	1500	16.22	1.519
A	0.2 pulg.	184.3	1500	12.29	1.362

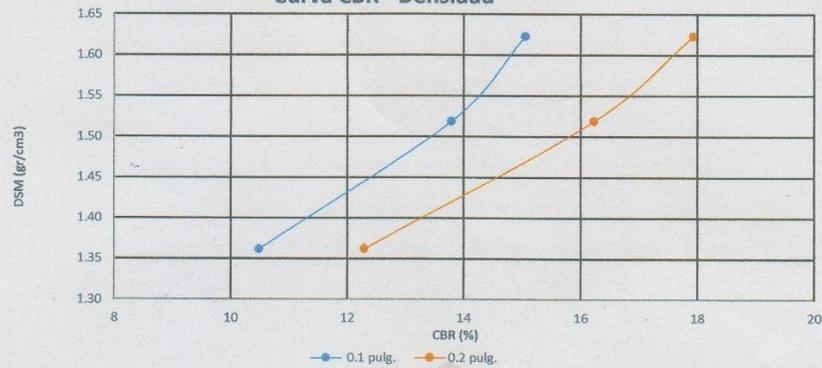
GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA : 1.505 gr./cm3
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 25.40 %
 95% dsm (g.cm3) : 1.430 gr./cm3

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	13.16%	11.80%
(0.2")	15.57%	13.91%



GEOTEC VIAL S.A.C.

 Fernando Lacherre Vásquez
 TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO - SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

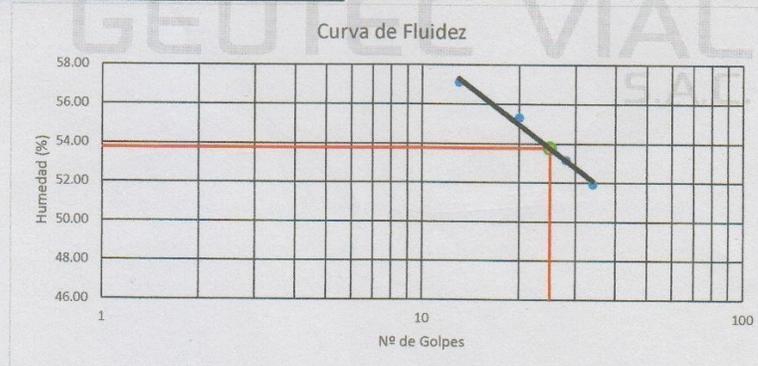
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

MUESTRA : PATRON (C-04) + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A1	B14	A19	B26
N° DE GOLPES	13	20	28	34
Peso Tara (g)	11.95	9.05	9.45	9.84
Peso Tara + suelo Humedo (g)	43.67	37.05	39.90	42.50
Peso Tara + suelo seco (g)	32.14	27.08	29.33	31.34
Peso del agua (g)	11.53	9.97	10.57	11.16
Peso del suelo seco (g)	20.19	18.03	19.88	21.50
% DE HUMEDAD	57.11	55.32	53.16	51.92

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B15	B27
Peso Tara (g)	11.57	9.07
Peso Tara + suelo Humedo (g)	31.94	25.61
Peso Tara + suelo seco (g)	27.56	22.09
Peso del agua (g)	4.38	3.52
Peso del suelo seco (g)	15.99	13.02
% DE HUMEDAD	27.39	27.03

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	53.76
LIMITE PASTICO :	27.21
INDICE DE PLASTICIDAD :	26.55



GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 / METODO "A"

Referencia Normativa: NTP 339.185



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-04) + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ
Gs (Teórica) : 2.66

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso Molde + Suelo Húmedo (gr.)	5704	5852	6001	5850
Peso del Molde (gr.)	4177	4177	4177	4177
Volumen del molde (cc)	962.1	962.1	962.1	962.1
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	1527	1675	1824	1673
Densidad Suelo Húmedo (gr/cc).	1.587	1.741	1.896	1.739
Tara N°	D-06	D-07	D-08	D-09
Peso de la Tara (gr.)	310.1	302.7	305.4	348.6
Muestra húmeda + Tara (gr.)	833.7	717.5	817.4	843.7
Muestra seca + Tara (gr.)	743.9	641.2	707.5	726.1
Peso del Agua (gr.)	89.8	76.3	109.9	117.6
Muestra Seca (gr.)	433.8	338.5	402.1	377.5
Contenido de Humedad (%)	20.71	22.53	27.33	31.16
DENSIDAD SECA (gr./cm ³)	1.315	1.421	1.489	1.326

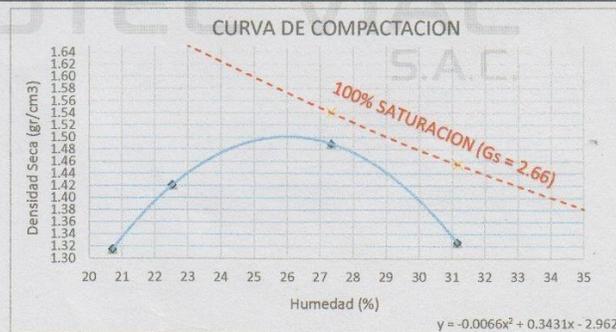
OBTENCION DE CURVA DE SATURACION

100% SATURACION (GS = 2.66)	1.715	1.663	1.540	1.454
-----------------------------	-------	-------	-------	-------

Resumen

DSM: : 1.497 gr/cm3.
CHO: : 26.00 %

Método : "A"
N° de Capas : 5
N° de Golpes : 25

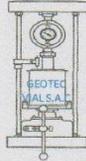


GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vasquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 174365



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-04) + 20% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

	C	B	A
Molde N°			
Número de Capas	5	5	5
N° de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (gr.)	4530	4530	4530
Muestra húmeda + Molde (gr.)	12171	12216	11625
Peso del Molde (gr.)	8062	8304	7939
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4109	3912	3686
Volúmen del Molde (cm3)	2103	2108	2144
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.954	1.856	1.719

CONTENIDO DE HUMEDAD

	D-10	D-18	D-20
Tara N°			
Peso de la Tara gr.	352.3	322.6	402.3
Muestra húmeda + Tara gr.	970.7	749.0	910.7
Muestra seca + Tara gr.	845.4	661.1	804.7
Peso del Agua gr.	125.3	87.9	106.0
Muestra Seca gr.	493.1	338.5	402.4
Contenido de Humedad %	25.42	25.98	26.33
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.558	1.473	1.361

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:		128 mm			128 mm			128 mm		
Molde N°		C			B			A		
Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0 hrs.	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-	
24 hrs.	15	0.150	0.117	32	0.320	0.250	39	0.390	0.305	
48 hrs.	18	0.180	0.141	34	0.340	0.266	49	0.490	0.383	
72 hrs.	20	0.200	0.156	40	0.400	0.313	51	0.510	0.398	
96 hrs.	21	0.210	0.164	42	0.420	0.328	52	0.520	0.406	

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO



GEOTEC VIAL
S.A.C.

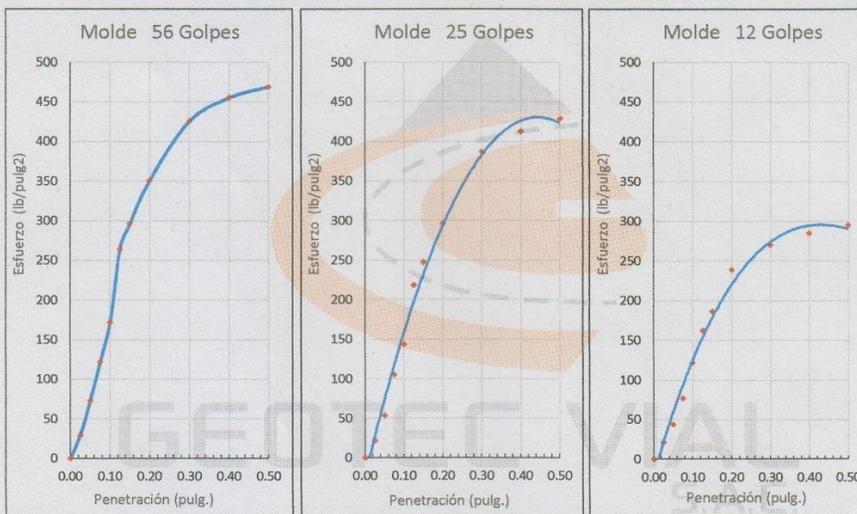
- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
0.63	0.025	87.2	29.1		65.7	21.9		64.6	21.5	
1.27	0.050	218.6	72.9		160.9	53.6		130.7	43.6	
1.90	0.075	366.9	122.3		315.4	105.1		229.8	76.6	
2.54	0.100	513.9	171.3	171.3	429.6	143.2	143.2	365.4	121.8	
3.17	0.125	792.1	264.0		654.5	218.2		487.0	162.3	
3.81	0.150	887.5	295.8		741.6	247.2		558.3	186.1	
5.08	0.200	1052.1	350.7	350.7	888.7	296.2	296.2	715.6	238.5	
7.62	0.300	1275.3	425.1		1159.8	386.6		810.1	270.0	
10.16	0.400	1365.1	455.0		1238.0	412.7		854.9	285.0	
12.70	0.500	1406.5	468.8		1285.4	428.5		884.5	294.8	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración pulg	Presión Aplicada lbs/pulg2	Presión Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	171.3	1000	17.13	1.558
B	0.1 pulg.	143.2	1000	14.32	1.473
A	0.1 pulg.	121.8	1000	12.18	1.361

MOLDE N°	Penetración pulg	Presión Aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	350.7	1500	23.38	1.558
B	0.2 pulg.	296.2	1500	19.75	1.473
A	0.2 pulg.	238.5	1500	15.9	1.361

GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherre Vásquez
TEC. LABORATORIO

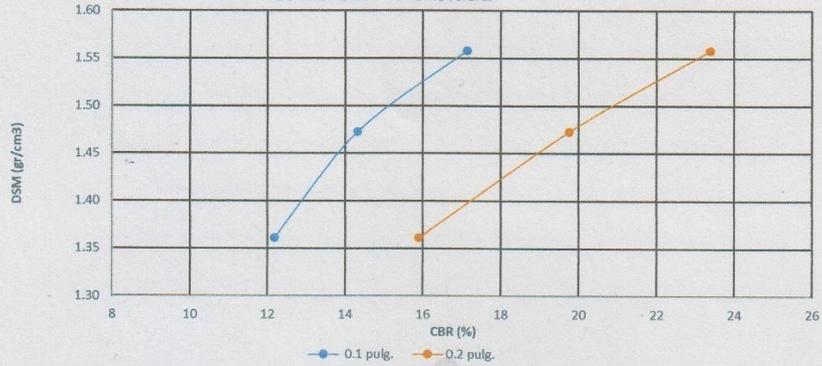
GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com



Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA : 1.497 gr./cm3
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 26.00 %
 95% dsm (g.cm3) : 1.422 gr./cm3

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	15.39%	13.48%
(0.2")	20.90%	18.07%

GEOTEC VIAL S.A.C.

 Fernando Lacherre Vásquez
 T.E.C. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365





- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DEL SUELO

MTC E 110/ MTC E 111/ MTC E 112 (ASTM D4318-05)



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022

Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.

Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES

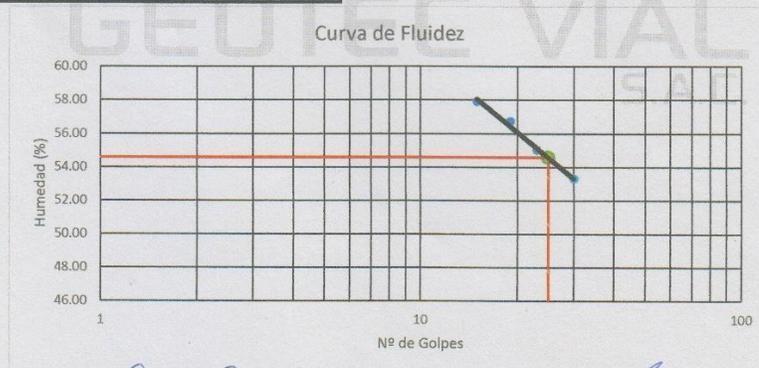
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

MUESTRA : PATRON (C-04) + 25% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

LIMITE LIQUIDO				
RECIPIENTE N°	A5	B24	B23	A22
N° DE GOLPES	15	19	23	30
Peso Tara (g)	10.24	9.98	9.78	9.36
Peso Tara + suelo Humedo (g)	40.42	37.88	42.83	41.03
Peso Tara + suelo seco (g)	29.35	27.78	31.10	30.02
Peso del agua (g)	11.07	10.10	11.73	11.01
Peso del suelo seco (g)	19.11	17.80	21.32	20.66
% DE HUMEDAD	57.91	56.73	55.02	53.30

LIMITE PASTICO		
RECIPIENTE N°	B29	A23
Peso Tara (g)	10.42	10.87
Peso Tara + suelo Humedo (g)	36.10	35.66
Peso Tara + suelo seco (g)	30.53	30.33
Peso del agua (g)	5.57	5.33
Peso del suelo seco (g)	20.11	19.46
% DE HUMEDAD	27.68	27.37

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO :	54.57
LIMITE PASTICO :	27.53
INDICE DE PLASTICIDAD :	27.04



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lecherra Vásquez
Fernando Lecherra Vásquez
TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 / METODO "A"

Referencia Normativa: NTP 339.185



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO, DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-04) + 25% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ
Gs (Teórico) : 2.66

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso Molde + Suelo Húmedo (gr.)	5763	5961	6024	5993
Peso del Molde (gr.)	4177	4177	4177	4177
Volumen del molde (cc)	962.1	962.1	962.1	962.1
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	1586	1784	1847	1816
Densidad Suelo Húmedo (gr/cc).	1.648	1.854	1.920	1.888
Tara N°	D-07	D-11	D-14	D-19
Peso de la Tara (gr.)	302.7	350.0	360.1	350.8
Muestra húmeda + Tara (gr.)	807.6	730.8	825.4	943.4
Muestra seca + Tara (gr.)	724.5	660.9	731.2	812.9
Peso del Agua (gr.)	83.1	69.9	94.2	130.5
Muestra Seca (gr.)	421.8	310.9	371.1	462.1
Contenido de Humedad (%)	19.71	22.48	25.38	28.25
DENSIDAD SECA (gr./cm³)	1.377	1.514	1.531	1.472

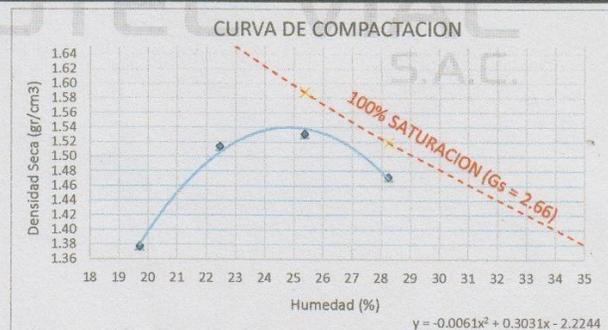
OBTENCION DE CURVA DE SATURACION

100% SATURACION (GS = 2.66)	1.745	1.665	1.588	1.519
-----------------------------	-------	-------	-------	-------

Resumen

DSM: : 1.541 gr/cm3.
CHO: : 24.80 %

Método : "A"
N° de Capas : 5
N° de Golpes : 25



GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vasquez
T.E.C. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N° 174365

CERT N° 001225-2022

0043

R.U.C. 20601362563



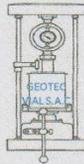
GEOTEC VIAL
S.A.C.

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

ASTM D-1883/MTC E 132



Proyecto : ESTABILIDAD DE SUELOS ADICIONANDO CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN CAMINO RURAL LA LIMA DE HUARANGO – SAN IGNACIO 2022
Ubicación : DIST. HUARANGO, PROV. DE SAN IGNACIO , DPTO. CAJAMARCA.
Solicitante : YOSIMAR CORONEL BANCES & NESTOR GUERRA FLORES
Fecha de Entrega : lunes, 14 de Noviembre de 2022

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

MUESTRA : PATRON (C-04) + 25% DE CENIZA DE CASCARA DE ARROZ

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

	C	B	A
Molde N°	C	B	A
Número de Capas	5	5	5
N° de golpes por capas	56	25	12
Sobrecarga (gr.)	4530	4530	4530
Muestra húmeda + Molde (gr.)	12323	12257	11607
Peso del Molde (gr.)	8062	8304	7939
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4261	3953	3668
Volúmen del Molde (cm3)	2103	2108	2144
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.026	1.875	1.711

CONTENIDO DE HUMEDAD

	D-06	D-08	D-16
Tara N°	D-06	D-08	D-16
Peso de la Tara gr.	310.1	305.4	344.8
Muestra húmeda + Tara gr.	837.9	800.8	917.8
Muestra seca + Tara gr.	732.7	701.2	800.5
Peso del Agua gr.	105.2	99.6	117.3
Muestra Seca gr.	422.6	395.8	455.7
Contenido de Humedad %	24.90	25.16	25.75
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.622	1.498	1.361

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:	128 mm			128 mm			128 mm		
	Molde N°	C		B		A		Lect. Dial	Expansion
		Lect. Dial	Expansion	Lect. Dial	Expansion	Lect. Dial	Expansion		
		mm	%	mm	%	mm	%		
0 hrs.	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-
24 hrs.	14	0.140	0.109	28	0.280	0.219	37	0.370	0.289
48 hrs.	16	0.160	0.125	32	0.320	0.250	46	0.460	0.359
72 hrs.	19	0.190	0.148	38	0.380	0.297	49	0.490	0.383
96 hrs.	20	0.200	0.156	41	0.410	0.320	50	0.500	0.391

GEOTEC VIAL S.A.C.

Fernando Lacherra Vásquez
TÉC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.

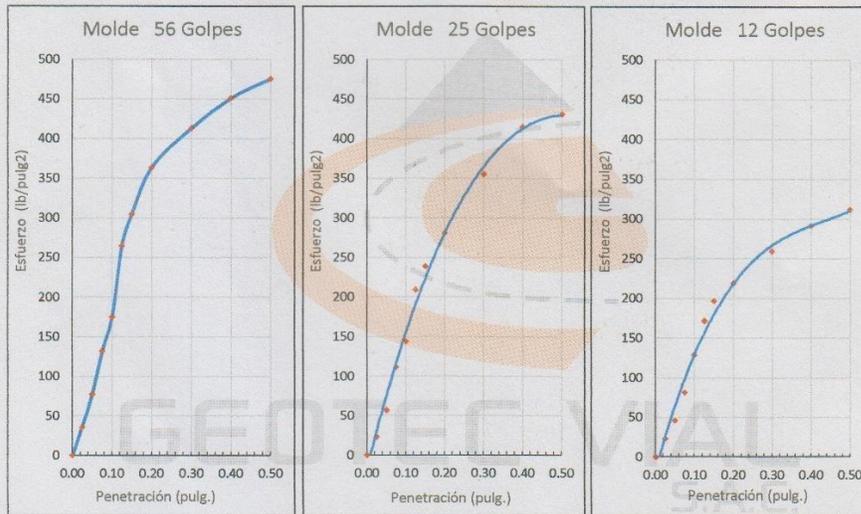
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R CIP N°174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0	
0.63	0.025	107.1	35.7		69.4	23.1		68.3	22.8	
1.27	0.050	231.4	77.1		170.1	56.7		138.2	46.1	
1.90	0.075	395.4	131.8		333.5	111.2		243.0	81.0	
2.54	0.100	524.1	174.7	174.7	431.7	143.9	143.9	386.5	128.8	128.8
3.17	0.125	793.6	264.5		627.7	209.2		515.1	171.7	
3.81	0.150	914.2	304.7		715.1	238.4		590.5	196.8	
5.08	0.200	1091.3	363.8	363.8	842.9	281.0	281.0	656.9	219.0	219.0
7.62	0.300	1238.1	412.7		1065.3	355.1		776.8	258.9	
10.16	0.400	1352.8	450.9		1243.9	414.6		874.2	291.4	
12.70	0.500	1425.9	475.3		1291.5	430.5		935.5	311.8	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetracion pulg	Presion Aplicada lbs/pulg2	Presion Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.1 pulg.	174.7	1000	17.47	1.622
B	0.1 pulg.	143.9	1000	14.39	1.498
A	0.1 pulg.	128.8	1000	12.88	1.361

MOLDE N°	Penetracion pulg	Presion Aplicada (lbs/pulg2)	Presion Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
C	0.2 pulg.	363.8	1500	24.25	1.622
B	0.2 pulg.	281.0	1500	18.73	1.498
A	0.2 pulg.	219.0	1500	14.6	1.361

GEOTEC VIAL S.A.C.
Fernando Lacherre Vásquez
JEFE DE LABORATORIO

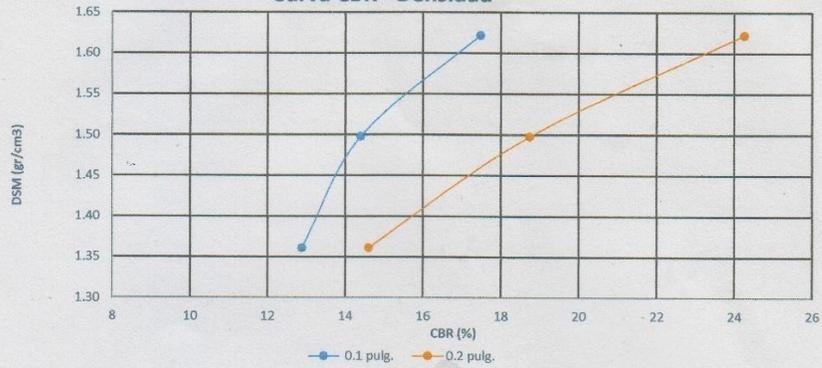
GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R/CIP N° 174365



- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO

DENSIDAD SECA MAXIMA : 1.541 gr./cm3
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 24.80 %
 95% dsm (g.cm3) : 1.464 gr./cm3

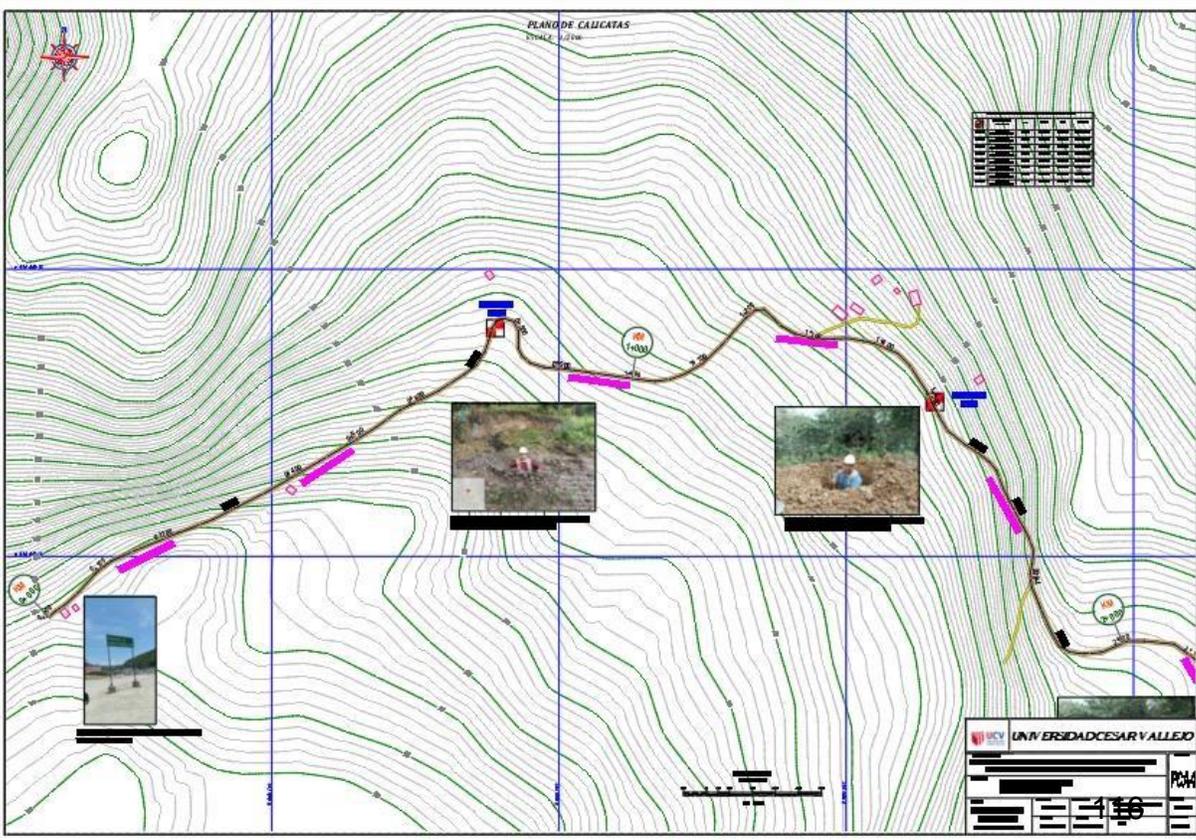
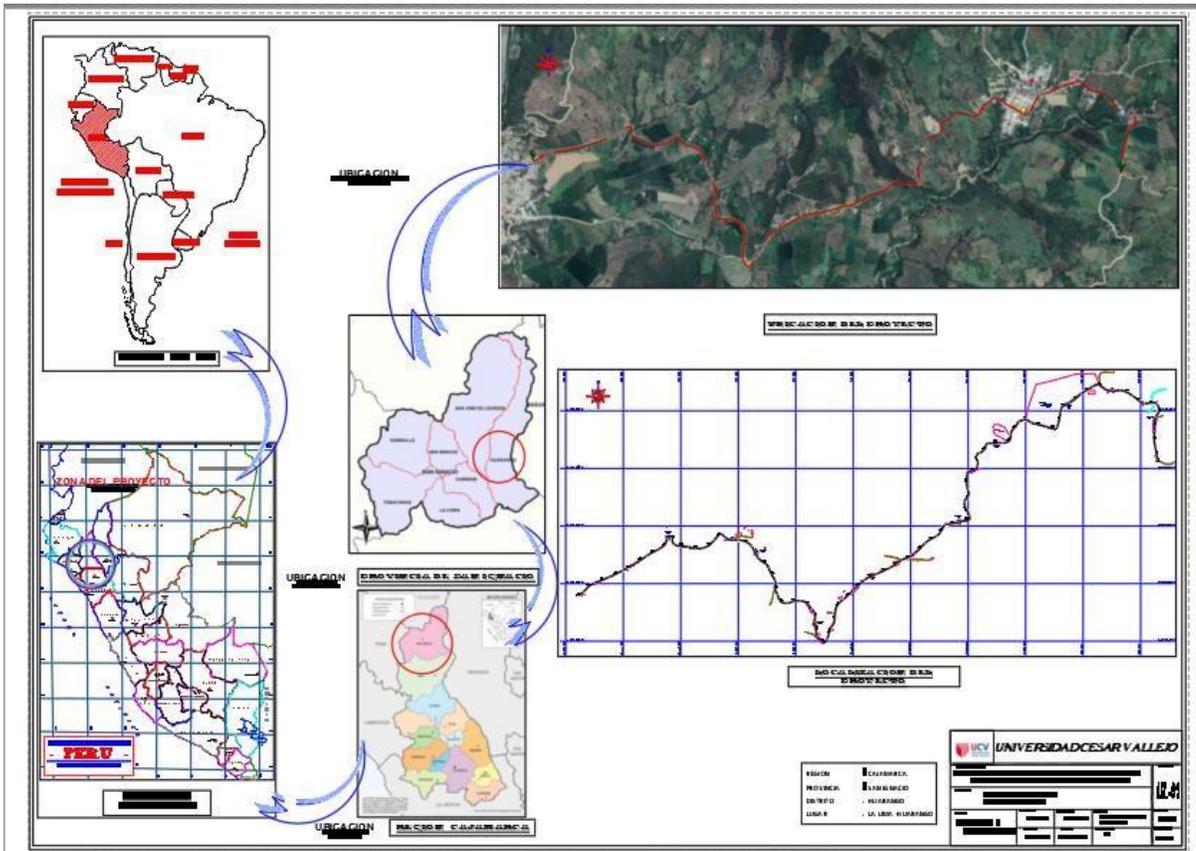
C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	15.79%	14.37%
(0.2")	20.96%	18.08%

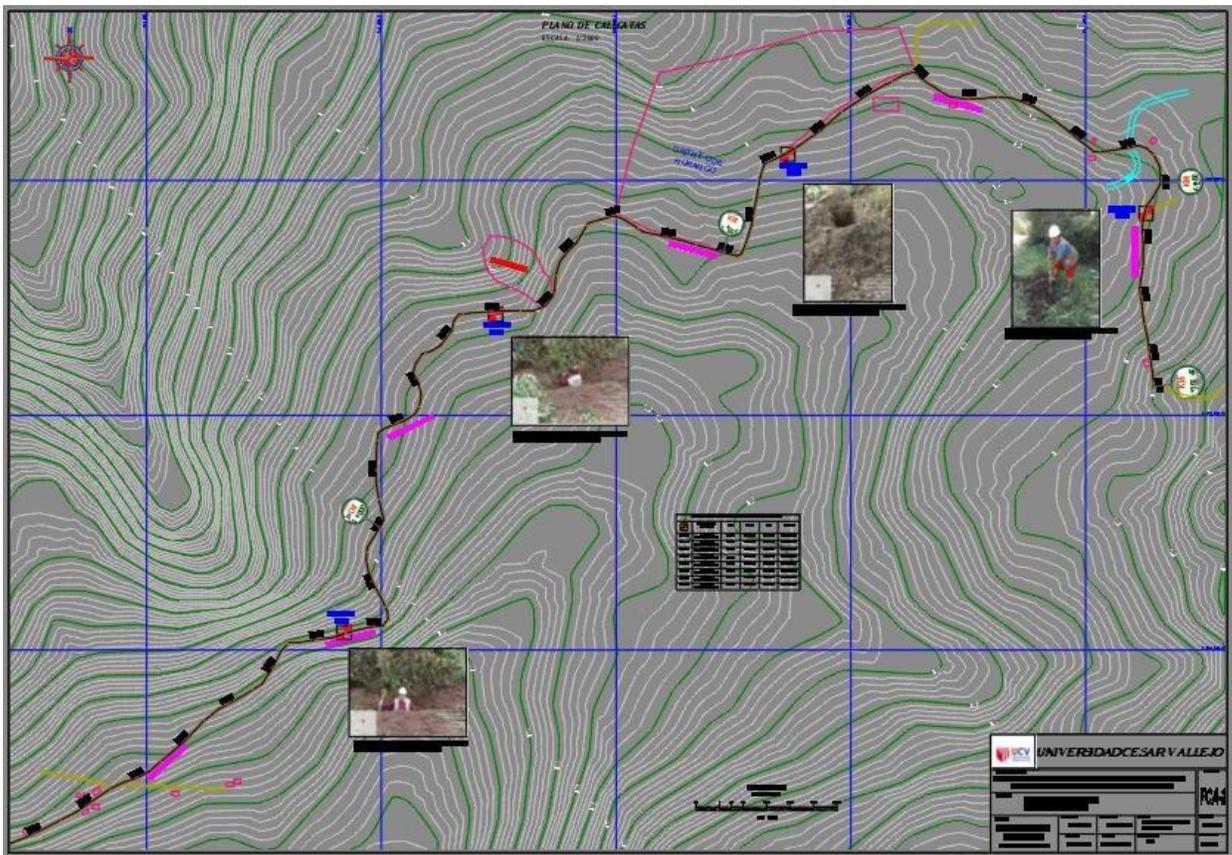
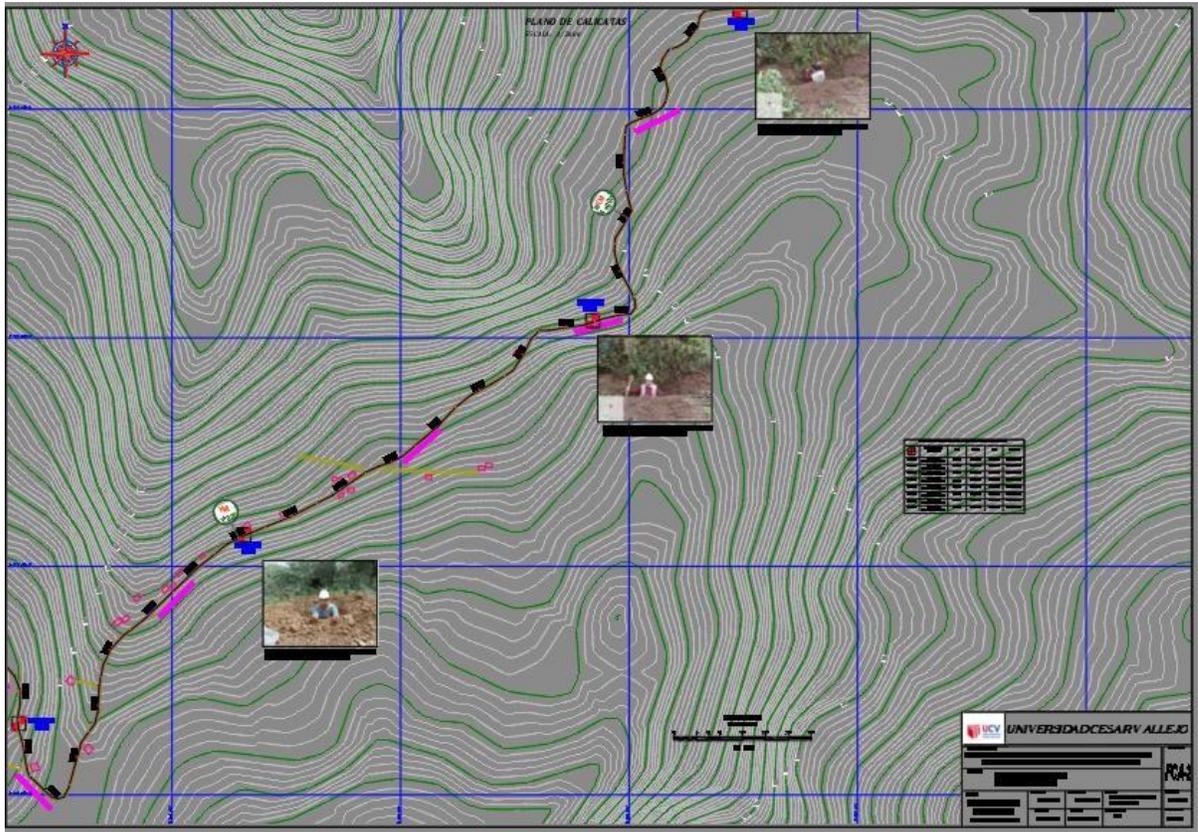
GEOTEC VIAL S.A.C.
 Fernando Lacherre Vásquez
 TEC. LABORATORIO

GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R CIP N° 174365



Anexo 8. Planos







UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JUAN HUMBERTO CASTILLO CHÁVEZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Estabilidad de suelos adicionando ceniza de cascara de arroz en camino rural La Lima de Huarango – San Ignacio 2022", cuyos autores son GUERRA FLORES NESTOR JUVERLY, CORONEL BANCES YOSIMAR ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 16 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JUAN HUMBERTO CASTILLO CHÁVEZ DNI: 18102931 ORCID: 0000-0002-4701-3074	Firmado electrónicamente por: CASTILLOCH el 16- 12-2022 09:24:24

Código documento Trilce: TRI - 0491009