



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

“Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso
con la adición de ceniza de cáscara de pecana”

AUTOR:

Quiroz Curasma Luis Guillermo (orcid.org/0000-0003-1657-1126)

ASESOR:

Mg. Andia Arias Janet Yessica (orcid.org/0000-0002-6084-0672)

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

Este proyecto lo dedico a Dios por darme el don de la vida y estar conmigo en todo momento, a mi familia y amigos que me han apoyado a lo largo de mi formación académica con consejos de perseverancia y muestras de apoyo constante, por creer en mí siempre y también a todos mis profesores, los cuales me han brindado todo su conocimiento y experiencia para una buena formación profesional.

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad César Vallejo, por recibirnos y darnos la formación académica a lo largo de estos años, de la misma manera también agradezco a mi asesora, Ing. Andia Arias Janet Yessica por apoyo y guiarme en nuestra tesis.

Agradecemos a los profesores de nuestra Universidad por las enseñanzas y experiencias brindadas en cada momento de la carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestro.....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	28
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Validez y Confiabilidad del instrumento.....	29
3.6. Procedimientos.....	29
3.7. Método de análisis de datos.....	41
3.8. Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Categoría de plasticidad de un suelo.....	14
Tabla N°2: Juego de mallas.	15
Tabla N°3: Categoría de la sub rasante.....	18
Tabla N°4: Propiedades de la cáscara de pecana.....	20
Tabla N°5. Cantidad de ensayo con el Proctor modificado y CBR de las calicatas sin adicionar del producto estabilizante.....	26
Tabla N° 6. Cantidad de propiedades físicas sin incorporación del producto estabilizante.	26
Tabla N°7: Cantidad de dosificación de incorporación de ceniza de cáscara de pecana a la calicata con la cantidad más perjudicial, para la evaluación de las propiedades mecánicas.....	27
Tabla N°8: cantidad de dosificación incorporando cenizas de cáscara de pecana a la calicata con la cantidad más perjudicial, para la evaluación de las propiedades físicas.	27
Tabla N°9: Juego de mallas.....	32
Tabla N°10: tabla para material retenido en la malla N°4	33
Tabla N°12: Porcentaje de Humedad	42
Tabla N°13: Resultados del Ensayo Granulométrico.....	43
Tabla N°14: Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg	43
Tabla N°15: Resultados del Ensayo de Proctor modificado.	44
Tabla N°16: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR).....	44
Tabla N°18: Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg + ceniza de cáscara de pecana.	46
Tabla N°19: Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg + ceniza de cáscara de pecana.	46
Tabla N°20: Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg + ceniza de cáscara de pecana.	46
Tabla N°21: Resultados del Ensayo de Proctor modificado + ceniza de cáscara de pecana	47
Tabla N°22: Resultados del Ensayo de Proctor modificado + ceniza de cáscara de pecana	48
Tabla N°24: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) + ceniza de cáscara de pecana de la prueba 1	49
Tabla N°25: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) + ceniza de cáscara de pecana de prueba 2.....	49

Tabla N°26: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) + ceniza de cáscara de pecana de la prueba 3	50
Tabla N°27: Promedio del CBR de las 3 pruebas realizadas con 10% de ceniza de cáscara de pecana de la calicata 2	51
Tabla N°28: Promedio del límite de consistencia de las 3 pruebas realizadas con 10% de ceniza de cáscara de pecana de la calicata 2.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. vista panorámica del problema.....	2
Figura 2. Acercamiento y evidencia del problema de expansión e inestabilidad...2	
Figura 3. Suelo inestable.....	3
Figura 4. vista panorámica del problema.....	3
Figura 5. Molde de Proctor de método “B” y “C”, molde de 4 pulgadas.....	17
Figura 6. Método “C” 56 golpes, molde de 6 pulgadas.....	18
Figura 7. Fruto de la pecana.....	19
Figura 8. Pecana.....	20
Figura 9. Copa de Casagrande, para el ensayo de Limites de Atterberg.....	37

RESUMEN

En la presente tesis titulada “Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana. Tiene como objetivo principal Mejorar las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana. La indagación fue de tipo aplicada, con un diseño cuasi- experimental, de nivel explicativo.

Para la siguiente tesis de investigación se consideró la población y la muestra la cual vendría a ser una longitud del tramo de la carretera de San José de Secce Ayacucho. Los instrumentos con los cuales se recopilaron los resultados de los ensayos de manera directa fueron según especifica las normas: MTC E 107- 200(granulometría) ASTM D 422, MTC E1090 - 200 (LP e ÍP) ASTM D 4318, MTC E115 – 2000 (Proctor modificado) ASTM D 1557, MTC E 132- 2000 (CBR) ASTM D 1883.

Se concluyó que la adición de ceniza de cáscara de pecana, mejora la sub rasante de un suelo arcilloso, esta conclusión se pudo llevar a cabo gracias a los ensayos realizados, lo cuales demostraron mejoras en las propiedades según se va incrementando la adición en porcentajes de ceniza de cáscara de pecana.

Palabras clave: Suelo arcilloso, ceniza, cáscara de pecana, CBR y sub rasante.

ABSTRACT

In the present thesis entitled "Improvement of the subgrade properties of a clay soil with the addition of pecan shell ash. Its main objective is to improve the subgrade properties of a clay soil with the addition of pecan shell ash. This research is of an applied type, with a quasi-experimental design, of an explanatory level.

For the following research thesis, the population and the sample are considered, which would become a length of the section of the San José de Secce Ayacucho highway. The instruments with which the results of the tests were collected directly were as specified in the standards: MTC E 107-200 (granulometry) ASTM D 422, MTC E1090-200 (plastic limit and plasticity index) ASTM D 4318, MTC E115-2000 (Modified Proctor) ASTM D 1557, MTC E 132-2000 (CBR) ASTM D 1883.

It was concluded that the addition of pecan shell ash improves the subgrade of a clay soil, this conclusion could be carried out thanks to the tests carried out, which showed improvements in the properties as the addition in percentages of pecan shell ash.

Keywords: clay soil, ash, pecan shell, CBR and subgrade

I. INTRODUCCIÓN

En algunas áreas a nivel global, la **Realidad Problemática**, se presentan suelos arcillosos, los cuales por su baja capacidad portante y características inapropiadas por la cual no son considerados en proyectos de pavimentación, ya que requiere el uso de estabilizantes como la ceniza de carbón el cual ayudará a mejorar las propiedades de estos suelos, incluyendo su capacidad de carga. Esto es particularmente relevante para suelos clasificados como tipo CH (materiales arcillosos inorgánicos con elevada plasticidad) y OH (alta plasticidad o arcillas orgánica de mediana), de la inestabilidad del suelo, esto se tendrá que adicionar en altos porcentajes para cumplir con los parámetros de geotecnia, suelos y carreteras según lo requerido (Goñas y Saldaña 2020, pág.31).

Hasta la actualidad, se sabe que los suelos con características arcillosos denotan exceso de proporción de humedad durante las precipitaciones y crecidas de los cauces de los ríos, por lo que se consideran inestables e inadecuados. Esto da lugar a un firme de baja resistencia al deslizamiento, lo que dificulta garantizar la estabilidad del firme (Núñez y Gil 2018, pág.14). Los suelos inestables son el principal problema ya que pueden perjudicar a la estructura del pavimento, por tal motivo se procedió a usar diversos tipos de productos para la estabilización como la cal y cemento, según su característica y alcance de la vía. (Ministerio de Transporte y Carreteras, 2014).

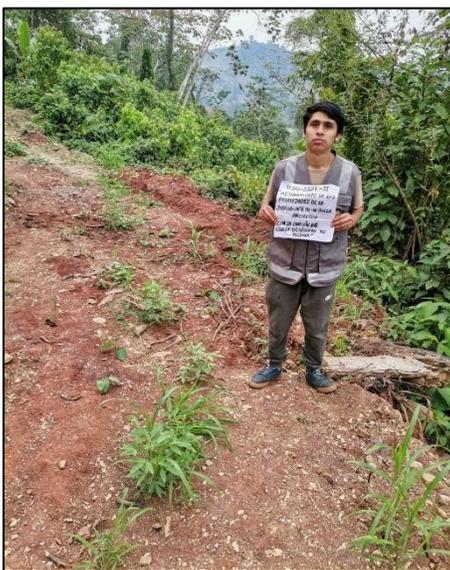
Así mismo en el Perú, contamos con una geografía muy variada, donde se registran zonas críticas, carreteras sin haber realizado un mejoramiento o estabilización de suelos, en el cual hay presencia de arcillas y limos. Por lo que necesariamente se requiere estabilizar, por lo que la ingeniería ha optado por tecnologías y nuevas metodologías para reforzar, con la finalidad de optimizar y ajustar activamente las propiedades de la subrasante del suelo arcilloso, para cumplir ciertos parámetros (Acosta Hugo 2019, pag.21). Esto llevo a extraer materiales de canteras y a su explotación sin control. Según el diario Gestión (2014) menciona que el sector

construcción está explotando canteras de manera ilegal los materiales como agregado grueso, fino y hormigos.

Según, (Castillo 2017, pág. 14) los métodos y técnicas de estabilización han dado resultados positivos a largo plazo en España desde que se utilizaron por primera vez en infraestructuras viarias, las cuales han tenido un excelente desarrollo de la técnica que en la actualidad todas carreteras trabajan con suelos los cuales fueron estabilizados, esto se debe a la eficacia demostrada de este método, técnicas y a la optimización de las características de la estructura del suelo.

Bajo estos parámetros, se pudo reconocer que el suelo en la región sierra y de la selva distrito de Llochegua en el tramo de San José de Ayacucho, estos suelos no son aptos para la ejecución de una obra vial por su inestabilidad y expansión del suelo. Por eso se consideró que para iniciar la construcción de una carretera mejorando las características del suelo con presencia de arcilla, con la intervención de algún producto estabilizante químico o natural, si no fuera el caso de mejorar los suelos con cualquier producto estabilizante, las carreteras de la selva y parte de la sierra contarían con tramos de carreteras, las cuales serían obsoletas para el uso vehicular, ya que estas tendrían muchos problemas por su inestabilidad por el clima húmedo.

Figura N°1: vista panorámica del problema. **Figura N° 2:** acercamiento y evidencia del problema de expansión e inestabilidad.



Fuente: elaboración propia



Fuente: elaboración propia

Figura N°3: suelo inestable



Fuente: elaboración propia

Figura N°4: vista panorámica del problema.



Fuente: elaboración propia

Según Fidel Ortiz (2017) en el diario el Correo, menciona que: en la actualidad existe poca inversión enfocada en las infraestructuras viales, las cuales son afectadas por estos fenómenos naturales como, “el niño costero”, un 40% de los daños son causados por lluvias y por desbordes de ríos.

Si en el caso no se da la importancia alguna de intervenir en este problema que aquejan muchas carreteras, se seguirán ocasionando muchos incidentes, ya que en este tipo de suelos los cuales, si no son mejorados, se presentaran innumerables fallas, los cuales afectan a los transeúntes y vehículos, y esto llevaría también que la carga ocasionada por los mismos autos o vehículos de carga pesada al desgaste, y deterioro de la carretera.

A partir de los argumentos antes mencionados, existe una necesidad urgente de investigación dirigida a mejorar las características físicas y mecánicas de los suelos arcillosos utilizando ceniza de cáscara de pecana, ya que traerá buenos beneficios al suelo, menor costo y siendo un material no contaminante.

Surge el planteo del **problema general**: ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de cáscara de pecana en las propiedades de un suelo arcilloso de una subrasante?, a partir del problema general nace los **problemas específicos**: ¿De qué manera la adición de ceniza de cáscara de pecana influye en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante? y ¿Cómo influye la adición de ceniza de cáscara de cáscara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante?.

Desde la **Justificación Práctica**, la finalidad de este proyecto de investigación es lograr mejorar las características de la subrasante en un suelo con característica de arcilla haciendo adición de la ceniza de cáscara de pecana, ya que en climas estacionarios húmedos el comportamiento del suelo cambia, se vuelve plástico y reduce su resistencia, también se puede encontrar CBR con valores bajos, lo cual no es permitido, y se pretendería mejorar, para compararlo con el suelo en su estado natural, se obtendría beneficios favorables ya que se notará una mejora en sus propiedades físicas - mecánicas y así pueda ser usado por la sociedad.

En la **Justificación Social** mencionamos que, actualmente en todo los países se viene utilizando el método de estabilización, ya que estos procesos traerían beneficios a la hora de la ejecución y finalización del proyecto vial, las cuales tendrán una mejor resistencia y brindar un mejor servicio, y mejores beneficios a todos los ciudadanos que transitan, ya que las carreteras no tendrán problemas de expansión ante inundaciones y problemas de contracción lo que usualmente caracteriza a un suelo arcilloso.

Respecto a la **Justificación teórica**, se tiene como objetivo el implementar conocimientos de la relación de las variables, el cual ayudará a mejorar las características y propiedades de este suelo, optimizando el uso del material y cumpliendo exigencias planteadas en la actualidad, esta propuesta puede ser usada en futuros proyectos de pavimentación.

En la **Justificación Metodológica** mencionamos que, actualmente en todo el país se viene utilizando el método de estabilización, ya que según van aumentando las investigaciones y actualizando se van implementando otro tipos y nuevos métodos de estabilización y, utilizando nuevos materiales y productos como la ceniza de cáscara de pecana, esto se usaría con el fin de lograr una estabilidad en los suelos donde se ejecutará una obra vial.

Para determinar el **objetivo general** se debe: Mejorar las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana.

A partir del **objetivo general** podemos: Analizar la influencia de la adición de ceniza de cáscara de pecana en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante. Y también, Evaluar la influencia de la adición de ceniza de cáscara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante.

Teniendo los objetivos propuestos se plantea la **Hipótesis General**: La adición de ceniza de cáscara de pecana influye positivamente en las propiedades de un suelo arcilloso de una subrasante.

A partir de ello surgen las **Hipótesis específicas**: La aplicación de ceniza de cáscara de pecana influye favorablemente en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante. Y, la influencia de la adición de ceniza de cáscara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante es favorable.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes del estudio de indagación están compuestos por nacionales e internacionales:

Castro (2017). Mejoramiento de la subrasante incorporando la estabilización de superficies arcillosas añadiendo ceniza de arroz, tuvo como finalidad determinar si la incorporación del aditivo ayuda o no al progreso de las características del suelo escogido. El tipo de indagación es inductivo, deductivo, análisis y síntesis. El tramo principal de la carretera, la muestra se denomina como no probabilístico, ya que no se tomaron unidades en forma fortuita, en otras palabras, de tomo de manera arbitraria y de muestreo se consideró 150 kg de suelo arcilloso el cual fue extraído. Los instrumentos fueron documentos de análisis, los cuales ayudaron a la interpretación, selección y recopilación de datos, técnicas de observación, así mismo se hizo uso del proceso de recolección. Los principales resultados respecto a la VI sobre la VD de 10%, 20%, 30% y 40% reducen aproximadamente su índice de plasticidad en más del 20%, también podemos mencionar que la capacidad portante del suelo aumentaba un 8% y hasta un 13%. Esto llevo a la conclusión que las variables tienen una influencia de manera positiva, contribuye al mejoramiento de las características de los estratos del suelo.

Gil y Núñez (2018). Tuvo como finalidad determinar cuánto afecta en la incorporación de fibra PET reciclado en el esfuerzo, cohesión y ángulo de fricción para una estabilidad de taludes. El tipo de estudio es inductivo, deductivo, análisis y síntesis. La población tomada es un suelo arcilloso de un talud lateral derecho de la carretera entre Trujillo y Huamachuco en el km 172, la muestra se denomina como no probabilístico, ya que no se tomaron unidades en forma fortuita, en otras palabras, de tomo de manera arbitraria y de muestreo se consideró 120 kg de suelo arcilloso el cual fue extraído de dicho lugar. Los instrumentos fueron documentos de análisis, los cuales ayudaron a la interpretación, selección y recopilación de datos, técnicas de observación, así mismo se hizo uso del proceso de recolección. Los principales resultados demuestran que al añadir porcentajes de fibra PET se observó una mejora

de aproximadamente un 49.45% en la resistencia del suelo. Se concluyó que hasta un 0.6% de la fibra PET tiene un efecto beneficioso en las características del suelo arcilloso, elevado los resultados en cohesión y ángulo de fricción.

Ayala, Rosadio y Duran, en su investigación científica, se planteó como finalidad estudiar cuánto aporta la incorporación de ceniza de ladrillos artesanales para la estabilizar los suelos expansivos. Este estudio se realizó en condiciones experimentales en la zona norte de Lima, específicamente de la población de Santa María de Huachipa. Se utilizaron diversas herramientas y ensayos para evaluar las características físicas del terreno con cenizas a través de la distribución de granulometría, gravedad específica, límite de Atterberg y composición química. Además, se realizaron ensayos Proctor modificado y ensayos CBR. Los hallazgos demostraron que los estratos naturales tienen un CBR de 2,2%, lo que indica que la capacidad portante no es suficiente para la construcción. Sin embargo, tras la incorporación de cenizas de los hornos artesanales, el CBR aumentó en gran proporción hasta el 9,5%, más de cuatro veces el valor original. Esto convirtió al suelo en un material adecuado para la pavimentación. En conclusión, el uso de ceniza de hierba como aditivo del estrato es una buena alternativa viable y económica para los proyectos de construcción.

López (2021). *Estabilización de suelos arcillosos añadiendo ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín*, se tuvo como finalidad saber cuánto ayuda añadir ceniza de cascarilla de arroz a la subbase del suelo inestable. El estudio es de tipo experimental. El espécimen tomado fue la subrasante de un estrato que presenta alto índice de arcilla que está ubicado en la localidad de Moyobamba, la muestra fue extraído de las coordenadas UTM Norte 9328729.57 y Este 270094.50 a una altitud de 842.00 msnm de la ciudad de Moyobamba, como muestreo se consideró la excavación de una calicata de la cual se extrajo 100kg de material. Los instrumentos empleados para realizar la presente investigación fueron antecedentes, revistar e instrumentos de para registrar datos en la realización de las pruebas del laboratorio. Los principales resultados añadiendo dosificaciones de residuos de cascarilla de arroz

calcinado-CCA, al ejecutar la prueba de CBR se obtuvo un esfuerzo al 95% del suelo con una densidad máxima seca de 3.96%, y al añadir un 5 %, 10% Y 15%, se obtuvo un incremento de 6.90%, 9.60 y 10.5% respectivamente. Se concluyó que la CCA incrementa favorablemente las características un suelo arcilloso que están con un CBR por debajo de los 5%.

Márquez (2019). *Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos empleando plásticos reciclados PET en el distrito la encantada, provincia de Morropón – Piura 2019*, se obtuvo como finalidad investigar y probar cuanto afecta e aporta la adición de plástico PET en la mejora de los suelos de la ciudad escogida. La población viene a ser los suelos del distrito La Estancada, la muestra es un tramo del distrito de La Estancada que tiene presencia de suelos arcillosos y como muestreo se realizó una calicata de la cual se tomó dos muestras M1 y M2. Los instrumentos empleados fueron fichas técnicas, fichas normadas por ensayo y ensayos normados por laboratorios especializados ya que por este medio se evalúan las propiedades de las calicatas. Los principales resultados dieron una mejora en la mejora con respecto al estrato que presenta arcillosas. Se concluyó que en el distrito La Estancada hay presencia de suelos con material arcilloso la cual fue extraída de la zona M1 las cuales no son aptos para el anteproyecto y ejecución de una obra de pavimentación. Por otro lado, se procedió a incorporar un porcentaje de 6%de plástico a la M2 el cual mejoró su capacidad portante (CBR), sin embargo, no se registró cambio en las demás propiedades.

Fernández (2017). *Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca*, tuvo como finalidad analizar la consecuencia que causa la adición del aditivo terrazyme al intentar estabilizar la subrasante de un suelo inestable como lo son lo arcillosos que se encuentra localidad de Cajamarca. La investigación fue de índole inductivo experimental y descriptiva. La población de análisis fue tomada de los suelos de la localidad de Cajamarca, la muestra es el terreno en la localidad de Cajamarca y en el muestreo se consideró siete calicatas las cuales fueron tomadas de distintos puntos críticos. Los instrumentos utilizados fueron antecedentes, investigaciones anteriores,

artículos científicos pesquisa y otros. Los principales resultados al utilizar el terrazyme como aditivo y estabilizante en porcentajes en los suelos arcillosos se registró un aumento en poder brindar un mayor soporte del terreno en un 19% en el suelo trabajado. Se concluyó en la indagación que con la incorporación de dosificaciones representativo de terrazyme en las 7 calicatas, un aumento de soporte del estrato del suelo en 30 ml/m^3 , se elevó la resistencia, en las calicatas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, las cuales se recolectaron datos y resultados de un incremento en su resistencia de 113%, 90%, 98%, 112%, 115% y 119% respectivamente.

Condori y Rojas (2020). *Mejoramiento con polímeros reciclados PET fundido en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Vilcaniza – Beirut, Amazonas, 2020*, tuvo como finalidad es Determinar los efectos que da al adicionar polímeros reciclados PET fundido como aditivo en la estabilidad del estrato de un suelo de característica arcillosa en la vía de Vilcaniza, fue un experimental. La población que se toma viene a ser, es el tramo que está a nivel de la subrasante de la vía Vilcaniza, la muestra tomada es la subrasante de la vía de Vilcaniza -Beirut, Amazonas, donde se observó que el Km1+20-Km 1+100 cuenta con suelos alto en arcillas, lo cual da a entender que tiene una baja capacidad portante, y como muestreo se consideró dos calicatas los cuales se realizaron en los puntos más críticos del tramo vía de Vilcaniza. Los instrumentos utilizados fueron antecedentes, artículos, técnicas y recolección de datos las cuales ayudaron a la producción de la presente investigación. Los principales hallazgos fueron mejoras en las propiedades y parámetros, con la incorporación de polímeros en dosificaciones y porcentajes adecuadas. Se concluyó que las adiciones de polímeros en dosificaciones de 2%, 4% y 6% para ayudar a obtener mejores resultados de suelos arcillosos esto ayudara en a mejorar algunas propiedades del suelo y resistencia, ya que reduce el porcentaje de humedad del estrato trabajado.

Castillo (2017) en su tesis. *Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para emplearlos como Subrasantes en Carreteras*, tuvo como finalidad la mejora de suelos de arcillosos Macas – Ecuador los cuales cuentan en su estado natural con características inadecuadas, CBR con valores inferiores al 5% dentro de los límites de consistencia,

se registra superiores al 100% en los límites líquidos, teniendo en cuenta estos datos registrados, se optó por un mejoramiento haciendo uso de un producto que es la cal viva. Fue un estudio de tipo experimental. Se tomó como población la localidad de Macas – Ecuador, la cantidad que se extrajo del KM 3+000 de la senda adyacente de Macas y la muestra se empleó una proporción aproximada de 200 kg como indica la norma NTE INEM 0686. Se emplearon herramientas de recopilación de datos para realizar un análisis de documentos, antecedentes y teorías relevantes para la investigación. Además, las fichas técnicas desempeñaron un papel crucial al facilitar la recopilación y registro de datos, especialmente en cuanto a los hallazgos obtenidos en el laboratorio. Los principales hallazgos indican una elevación en los valores registrados inicialmente con respecto al CBR y reducción en los datos obtenidos del límite líquido y plástico, así mismo a la expansión al añadirse porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40% de cal viva. Se concluye, que, al hacer un tratamiento al suelo con cal viva, el valor del CBR se eleva hasta un 15.8% y una reducción del Límite líquido al añadir hasta un 20% de cal viva.

Jiménez (2019). *Mejoramiento de estratos blandos para desplante de terraplenes para la construcción de una carretera tipo A4*, se tuvo como finalidad lograr obtener la estratigrafía de las características de suelo que se pretende mejorar y saber cuál es su estado actual, con ello evaluar cuanto se tiene que mejorar. La indagación es de tipo experimental. La muestra son los suelos que se ubican en el ejido José María Pino Suarez, la muestra que se extrajo está en el subtramo del Km 25+730 – 25+920 y muestreo se tomó mediante un sondeo ubicado Km 25+830.00 con la coordenada x (m) 513 694.000, y (m) 1994 821.000, la cual se encuentra a una profundidad de 21 metros en el estado de Tabasco. Las herramientas empleadas estuvieron conformadas por técnicas de observación, trabajo de sondeo especializado, herramientas de recopilación de información, trabajo de laboratorio, trabajos de campo y uso de normativa aplicada NMX y ASTM. Los principales resultados que se presentaron posterior a la exploración geotécnica, dieron como resultado que los suelos observados contienen un alto material orgánico y no cuentan con una resistencia al esfuerzo a corte. Se concluyó que la causa de la falla se dio debido que a la banqueta

de relleno estuvo a una altitud de alrededor de 2 metros, el cual transmite una sobrecarga de 3.7t/m^3 .

Moreno (2018). *Mejoramiento de suelos selectos con finalidad de pavimentación haciendo uso de material de construcción*, se propuso el uso de cal y cemento como elementos estabilizantes con el fin de ayudar al suelo a mejorar y rendir para una obra vial, se pudo observar que el material reciclado de construcción tiene residuos químicos que componen este material que aporta a reforzar el suelo. La indagación fue de índole experimental, descriptivo y aplicada. La muestra es la expansión urbana de México, la cantidad tomada de los agregados de dos plantas recicladoras en México en el sector construcción y como muestreo las demoliciones los cuales son materiales de terracerías de las construcciones donde para extraer muestras integrales representativas, se debe realizar un canal vertical que debe se dé sección transversal uniforme en el talud de la expansión urbana de México. Se utilizaron recursos como antecedentes que contribuyeron a la preparación de la investigación, fichas técnicas, herramientas para la recopilación de datos, análisis de ensayos realizados en muestras extraídas y la aplicación de normativas necesarias previas al proceso de ensayos. Los principales hallazgos dieron que la adición de material reciclado de concreto demolido registran una mejoría en las características del suelo arcilloso ya que contiene partículas o fragmentos de morteros, se concluyó que los materiales reciclados de concreto demolidos colabora positivamente en la resistencia ya que está enriquecido con calcio por abundante cantidad de mortero adherido.

Luna J. y Bejarano B. (2020). *Análisis del comportamiento físico y mecánico de la adición de microfibras PET en el mejoramiento de un suelo arcilloso*, tuvo como finalidad evaluar el procedimiento de características físicas – mecánicas al adicionar fibras PET a un suelo arcilloso el cual ha sido extraído considerado virgen en otras palabras en su estado natural. La indagación es de tipo experimental, descriptiva y aplicada. La muestra considerada está ubicada en el municipio de Tocaima - Cundinamarca, la muestra de suelo arcilloso extraído junto con las botellas plásticas recicladas las cuales pertenecen al municipio de Tocaima y el muestreo se tomó realizando una calicata en el municipio donde se realizará la investigación. Los

instrumentos empleados fueron antecedentes que ayudaron a sustentar la presente investigación, normas legales, normativa de carreteras, instrumentos de compilación de información. Los principales hallazgos en un estrato arcilloso al cual se añadieron fibra PET como aditivo. El cual ayudó a mejorar sus propiedades físicas – mecánicas. Se concluyó que, al adicionar microfibras en un estrato arcilloso con una disminución de plasticidad, se registró un mejoramiento en las características físicas mecánicas, donde a una muestra de 3000 gr necesito 2.5% de microfibras para tener resultados notorios.

Goña y Saldaña (2020). *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para la aplicación como subrasante mejorada*, tuvo como finalidad determinar en cuanto influye en uso de subproductos de la calcinación de carbón mineral y natural sientos extraídos de la de ladrilleras en Chachapoyas para lograr mejorar las características de un estrato arcilloso. La indagación es de tipo experimental totalmente al azar. La muestra de indagación vendría a ser la calle Las Lomas, la muestra de donde se extraerá está ubicada en la cuadra 8 y 9 en las Lomas y el muestreo considerado son dos calicatas en cada cuadra. Se emplearon herramientas como formatos de Excel, observación y la utilización de cuadros, las cuales facilitaron la recopilación de los hallazgos logrados mediante la investigación de campo como en la toma de recopilar datos en el laboratorio. Los principales resultados fueron un mejoramiento en las características físicas y mecánicas, también hubo mejoramiento en la capacidad de soporte en los tipos CH y OH, e incremento con la incorporación de ceniza de carbón con un porcentaje de 15%, 20% y 25% y en donde las pruebas realizadas, mostrando que el CBR aumenta su esfuerzo de 4.7% logrando a 9.7% y se consiguió reducir la plasticidad de 5% a un 10% aproximadamente, así mismo se concluyó si hay una mejora de los estratos de un suelo que presenta arcillas en sus características mecánicas y la capacidad de soporte, pero no llegan a estabilizarlo según establece la norma de carreteras.

Becerra (2017), en su proyecto titulado, *Caracterización del desecho agroindustrial de la palma de aceite culesco, para el mejoramiento de las capas granulares de la estructura del pavimento*, de la Universidad Militar Nueva Granada, tuvo como finalidad

principal, evaluar si los desechos de la palma de aceite son aptos para su uso como estabilizante natural para propiedades de un pavimento, los ensayos se realizaron según indica la norma de INVIAS, donde se verifico las propiedades del desecho agrícola donde se obtuvo el derivado de la ceniza con el fin de que haya un cumplimiento de los parámetros establecidos. Donde nos dio como resultado que estos desechos no son aptos para el uso como estabilizante como ceniza, lo que nos arrojó que la granulometría era un tipo de suelo mal gradado, se concluyó que este producto no traería beneficios o sería bueno utilizarlo con fines de estabilización ya que incumple con las normativas establecidas.

Para esta investigación muestra las **bases teóricas de la variable independiente que llega a ser el mejoramiento de las propiedades de un suelo arcilloso.**

Los suelos con una alta proporción de arcilla siguen considerándose inapropiados para la construcción de carreteras, ya que es inevitable la presencia del material, así mismo es considerado una gran problemática en la construcción de carreteras debido a su naturaleza inaceptable y a sus propiedades problemáticas, por este motivo se hace uso de la técnica de estabilización o mejoramiento de la subbase de un suelo arcilloso.

Según (Bauza, 2015, pág. 10). Las arcillas son aquellos suelos de una composición granulométrica que se caracterizan por tener partículas pequeñas, las cuales tienen un tamaño menor a las dos micras.

Propiedades de las arcillas, se caracterizan por tener una elevada plasticidad, también se observa que es un tipo de suelo que tiene y posee una elevada capacidad de absorción de agua, también es conocida por su capacidad portante, pero los estudios y experimentaciones en proyectos en la mecánica de suelos, son consideraron poco estables y suponer una amenaza para la infraestructura vial si no se trata o estabiliza adecuadamente. Según (Moreno, 2018, pag.11), el suelo arcilloso también tiende a encogerse cuando pierde humedad, lo que provoca grietas en la superficie del suelo.

Según (Correa, 2000, pág.154), la plasticidad, que es una propiedad física fundamental de la arcilla, al intercambiar cationes de sodio por hidrogeno, Este

proceso confiere a la arcilla una finura correspondiente al tamaño de las partículas de arcilla. Además, otra propiedad física importante es el aumento gradual de la resistencia con el aumento de la cohesividad. Todos los equipos utilizados para las pruebas deben tener un certificado de calibración válido durante un año.

En su estado plástico se encuentra otra de sus propiedades físicas, las cuales están definidas por el índice plástico (IP), Límite líquido (LL) y Límite de plástico (LP).

Después de realizar numerosas pruebas de límites de consistencia se llegó a deducir la plasticidad y el LL, que se manifiesta en la tabla siguiente:

Tabla N°1: Categoría de plasticidad de un suelo.

masa mínima aproximada de la porción (g)	Partículas más grandes con el diámetro nominal (pulg)
Alta Plasticidad	>-50
Mediana Plasticidad	30-<50
Baja Plasticidad	0-<30

Fuente: Manuel Correa (2000)

Análisis granulométrico

Según la MTC E 107 la finalidad de este método de ensayo es calcular de manera cuantificativa las dimensiones de las partículas del suelo, este proceso de realizar con el uso de tamices calibrados, el certificado de calibración deberá tener una antigüedad de un año como máximo, la principal finalidad de este estudio es identificar los porcentajes de partículas que atraviesan y permanecen en diferentes mallas (p.44). Utilizando los distintos tamices enumerados que ayudaran a la ejecución de este ensayo muy esencial y elemental para estimar las características del suelo, siendo así se presentó de manera escrita en la tabla siguiente:

Tabla N°2: Juego de mallas.

MALLAS	ABERTURA
3"	75,000
2"	50,000
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

Fuente : (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 107)

La precisión de las balanzas es muy importante al realizar el ensayo, para este ensayo se utilizará balanzas con precisión de 0.1gr y 0.01gr, los cuales se usarán para el peso de la fracción el cual se ha retenido en la malla N°4 los cuales vendrían a ser gravas, y por otro lado las que pasan por el tamiz N°4 consideradas arenas y los pasantes del tamiz N°200 vendrían a ser los finos, se usarán las balanzas en orden respectivo de 0.1gr de precisión para las gravas y para los finos 0.01gr.

Límites de Consistencia

Es donde se determina lo que viene a ser el límite líquido y plástico, y ya obtenidos estos se procede a medir su índice como indica el MTC E 110.

➤ **Limite Plástico**

Según Braja (2013), define el límite de plasticidad como la proporción de agua mínima que presenta un material, previamente tamizado a través de un material preparado es pasante la malla N°40 puede ser moldeado en forma de cilindro utilizando la mano y rodándolo encima de una superficie de vidrio esmerilado de 6 mm de grosor, especialmente calibrado para este ensayo, sin que los cilindros se desintegren, hasta que alcancen un diámetro de grosor de 3.2 mm (p.65).

La plasticidad de las arcillas es mayormente dada por el tamaño reducido de las partículas que las comprenden.

➤ **Limite Liquido**

Según (prueba MTC E 110, pag.67). El límite líquido es un método de ensayo donde se busca las características del grano fino, esto viene a ser una de las varias formas de clasificación y también se puede especificar el tamaño de grano para el uso en la construcción.

➤ **Índice Plástico**

Para calcularlo, es necesario primero determinar el: LL y LP, por medio la ejecución de estos ensayos correspondientes, el IP este resultado se puede obtener haciendo una diferencia del:

$$IP = LL - LP$$

Según (Castillo Byron ,2017,pág.2) nos menciona que, dentro de las **propiedades mecánicas de la arcilla** tenemos la necesidad de evaluar, en particular, la capacidad del suelo y también una humedad óptima(Proctor Modificado), en cuanto a la humedad óptima es muy necesario para la ejecución del ensayo de CBR (California Bearing Ratio), el cual en las arcillas viene a ser uno de los problemas principales, ya que se pueden encontrar suelos compuesto de arcilla con datos de CBR menor al 5%, el cual

necesariamente se tiene que mejorar o estabilizar, con aditivos químicos o estabilizantes naturales.

➤ Ensayo de Proctor Modificado

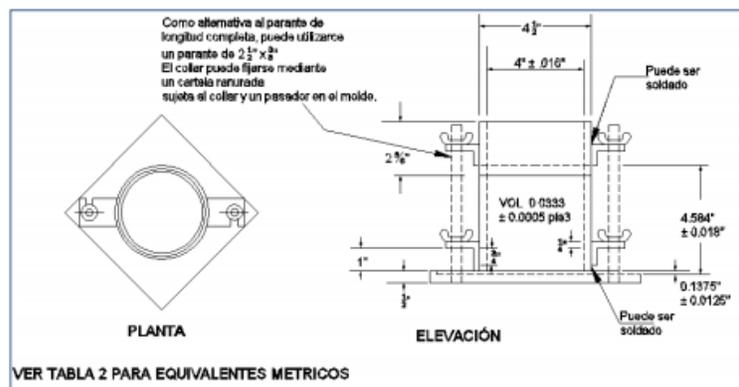
Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 115, pág. 105) La prueba del Proctor Modificado se enfoca en una etapa donde se compacta el suelo hasta la densidad máxima una vez alcanzado la proporción óptimo de humedad.

Braja M. Das, (2014), nos menciona: Para la realización del ensayo de Proctor es fundamental contar con una serie de equipos como, moldes de 4 pulgadas y 6 pulgadas uno de ellos debe de tener un volumen requerido normativamente y se tiene que realizar el número total de capas de 5 por cada punto, en este ensayo se requiere un total de 4 puntos por cada ensayo que se realice se tendrá que hacer uso de un pisón especificado y de una altura de caída específica, los ensayos se realizarán según las características del suelo, ya que existen tres métodos A,B y C (p. 59).

Moldes para ensayar según el Método:

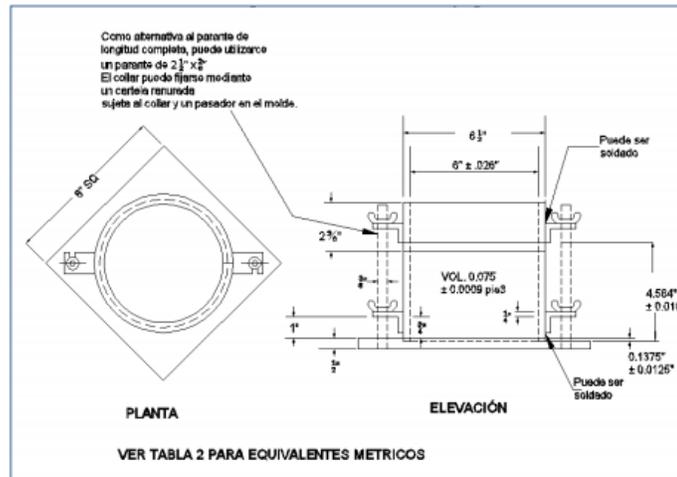
Método “A “de 25 golpes, molde de 4 pulgadas

Figura N°5: Molde de Proctor de método “B” y “C”, molde de 4 pulgadas:



Fuente : (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 115)

Figura N°6: Método “C” 56 golpes, molde de 6 pulgadas:



Fuente : (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 115)

➤ **Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)**

Según, (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 132) la prueba se realiza después de clasificar el suelo según los lineamientos del AASHTO y SUCS. La finalidad de esta prueba es estimar el esfuerzo del suelo, que se conoce como el valor del factor de capacidad portante. Una vez realizado el ensayo Proctor y determinados la dosificación óptima de humedad y la peso, se realiza el ensayo CBR en el laboratorio, también se puede ejecutar el ensayo sobre una muestra inalterada extraídas del terreno (pág.248).

Tabla N°3: Categoría de la sub rasante

CBR	Categoría de la sub rasante
CBR < 3%	S 0: Subrasante inadecuada
CBR ≥ 3%, CBR < 6%	S1: Sub rasante insuficiente
CBR ≥ 6%, CBR < 10%	S2: Sub rasante regular
CBR ≥ 10%, CBR < 20%	S3: Sub rasante buena
CBR ≥ 20%, CBR < 30%	S4: Sub rasante muy buena
CBR ≥ 30%	S1: Sub rasante excelente

Fuente: Manual de Carreteras 2014 – MTC/2014

A continuación, se muestra las bases teóricas en base a la VI.

La **Pecana** originado en el sur de Estados Unidos, así como también se encuentran en el norte de México, según, la Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú (2019). Señala que, en la actualidad, el país peruano lo considera uno de los productores de mejor calidad de la pecana, valorado mucho en los mercados chinos (Hong Kong) y también en Vietnam, en el Perú contamos a Ica como uno de los mayores productores y agricultores de la pecana en el país, asimismo son los más mayores productores de frutos secos

Figura N°7: Fruto de la pecana



Fuente: Diario Gestión

Con respecto al **Cultivo de pecana**, el diario Gestión (2019) menciona que, en el Perú el departamento que más producción de pecana le pertenece a Ica, siendo este lugar donde se cultivan una de las mejores calidades de pecana, también se puede decir que los cultivadores de pecana han optado por la siembra de otros productos, como plátanos entre otros, con el fin de considerar otras especies y fuentes adicionales de ingresos.

La cáscara de pecana se consideraría emplear este producto o estabilizante natural, realizado la quema de este producto volviéndola **ceniza**, la cual se utilizaría para perfeccionar las características físicas, que vendrían a ser los límites de consistencia y en las mecánicas, las cuales fueron mencionadas con anterioridad como CBR. Las cuales se emplearía para estabilizar la subrasante de un suelo arcilloso.

Las propiedades de la cáscara de pecana, las cáscaras de la pecana tienen una composición de macronutrientes y micronutrientes, las cuales en el ámbito de la

construcción están presentes en los materiales y en otros estabilizantes, estos complementos son muy importantes para la proporcionar una mayor firmeza al suelo y con esto mejorar sus propiedades, en la tabla a continuación se muestra los principales compuestos presentes en la pecana son:

Figura N°8: Pecana



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°4: Propiedades de la cáscara de pecana

PROPIEDADES DE LA CÁSCARA DE PECANA						
Sodio (Na)	Hierro (Fe)	Zinc (Zn)	Magnesio (Mg)	Calcio (Ca)	Manganeso (Mn)	Cobre (Cu)

Fuente: Huerto 2.0

Obtención de la cáscara de pecana, según (Daniela Parodi Miranda, pág. 4) nos menciona que: este proceso se da después del procesado del producto, la cáscara representa casi el 50% del total de su peso al momento de ser extraído del árbol donde crece, las cáscaras de este tipo de productos se caracterizan por poseer componentes estructurales.

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se considera de tipo **aplicada** según Carrasco (2017) a causa de que “la investigación tiene objetivos prácticos y concretamente definidos, con la intención de realizar modificaciones en un contexto específico”. (p.43).

Se usará este tipo de investigación para este proyecto porque se hace una modificación en las características de la subrasante, haciendo uso e intervención de la ceniza de cáscara de pecana en porcentajes.

En cuanto al diseño de estudio, en este proyecto se empleó un enfoque **experimental**, lo que significa que el estudio tuvo éxito si la variable independiente tenía una influencia observable sobre la variable dependiente. En este caso, se manipuló la variable independiente (es decir, la ceniza de nogal) para cambiarla y observar el efecto sobre la variable dependiente (Verdesoto, 2020, pág. 124).

Este proyecto se considera **cuasi experimental**, ya que no existe la aleatoriedad, por el contrario, se manipula directamente la ceniza de cáscara de pecana en la que la cantidad se expresó como porcentaje del peso del suelo. El objetivo primario era determinar cómo afectaba esta manipulación a las características físicas y mecánicas del suelo.

Metodológicamente, se trató de un estudio **cuantitativo**. Hernández et al. (2014) menciona que se realizó una manipulación de un registro de datos o recolección con el fin de hacer probar nuestras hipótesis propuestas, haciendo uso de las bases numéricas y un análisis estadístico, estableciendo normas y analizar teorías en un determinado contexto establecido.

Esta investigación bajo los argumentos mencionados es colocada en el tipo cuantitativa ya que se proponen problemas e hipótesis y se busca resolverlas a través de ensayos de laboratorio, en la investigación se registrará datos como la capacidad que soporta el suelo la cual estará expresada en porcentajes (%) y sus propiedades en su estado natural, también hará uso de del análisis granulométrico.

La investigación cuenta con 2 variables, la cuales son:

3.2. Variables, Operacionalización

Variable Independiente V1:

Geniza de cáscara de pecana

Variable Dependiente V2:

Propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<p>Variable Independiente</p> <p>Ceniza de cáscara de pecana</p>	<p>La ceniza de cáscara de pecana tiene en sus componentes elementos importantes como Calcio (Ca), Sodio (Na), las cuales están presentes en los materiales de construcción, como cemento, cal.</p>	<p>Para analizar el comportamiento portante de la subrasante de los suelos arcillosos añadiendo ceniza de cáscara de pecana se tomará % adecuados, las cuales están en una proporción al peso de 10% ,15% y 20%. (fuente propia)</p>	<p>Porcentajes</p>	<p>Adición de 10% de ceniza de cáscara de pecana</p> <p>Adición de 15% de ceniza de cáscara de pecana.</p> <p>Adición de 20% de ceniza de cáscara de pecana.</p>	<p>Razón</p>
<p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades de la subrasante</p>	<p>El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014), nos manifiesta que “mejorar las características tanto mecánicas como físicas del suelo empleando el uso de etapas mecánicas o empleando productos</p>	<p>Se utilizan pruebas CBR para determinar el comportamiento mecánico, análisis granulométricos y límites de consistencia para determinar las dosificaciones de cáscara de pecana, los cuales se utilizarán para establecer las propiedades</p>	<p>Propiedades físicas</p>	<p>Límites de Atterberg</p>	<p>Razón</p>

de un suelo arcilloso	químicos. Esto se realiza cuando la capacidad portante de la subrasante del suelo es baja o pobre” (p.92).	físicas, con la finalidad de brindar las proporciones óptimas de ceniza de cáscara de pecana. (fuente propia)	Propiedades mecánicas	PROCTOR MODIFICADO CBR	
-----------------------	--	---	-----------------------	-------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Es un conjunto de comunidades, individuos, barrios, lugares u otros elementos similares. Para llevar a cabo una evaluación o un ejercicio de recogida de información, hay que definir claramente la población. Es importante recordar que no es posible captar a toda la población, por lo que lo mejor es tomar una muestra representativa y luego analizarla en detalle (Hernández et al., 2006).

Para la presente investigación la población estará ubicada en la región Ayacucho del tramo San José de Secce en el distrito de Llochegua -Perú.

En el marco de este trabajo, se explorarán tres fosas, las denominadas fosas calcáreas, situadas cada una de ellas a 1,50 m. por debajo del nivel del suelo. Se realizarán análisis estratigráficos para determinar las diferentes capas de cada una de estas fosas. Los pozos C1, C2 y C3 se someterán a pruebas sin adición de estabilizantes. Se analizarán los hallazgos de los experimentos de laboratorio y se seleccionará el tipo de suelo más desfavorable como referencia para los ensayos con adición de estabilizante al 10%, 15% y 20%, a efectos comparativos. Estos ensayos incluirán pruebas de granulometría, mediciones de consistencia, pruebas de variación y pruebas CBR tal y como se recomienda en el Manual Técnico para carreteras.

Tabla N°5. Cantidad de ensayo con el Proctor modificado y CBR de las calicatas sin adicionar del producto estabilizante.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO Y CBR (PROPIEDADES MECÁNICAS)			
CALICATA	MUESTRA	SIN ADICIÓN	TOTAL
C1	M1	1	1
C2	M1	1	1
C3	M1	1	1
			3

Tabla N° 6. Cantidad de propiedades físicas sin incorporación del producto estabilizante.

PROPIEDADES FÍSICAS (LIMITES DE ATTERBERG)			
CALICATA	MUESTRA	SIN ADICIÓN	TOTAL
C1	M1	1	1
C2	M1	1	1
C3	M1	1	1
			3

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°7: Cantidad de dosificación de incorporación de ceniza de cáscara de pecana a la calicata con la cantidad más perjudicial, para la evaluación de las propiedades mecánicas.

PROPIEDADES MECÁNICAS CON ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA (PROCTOR MODIFICADO Y CBR)					
CALICATA	MUESTRA	10%	15%	20%	TOTAL
C PATRÓN	M	1	1	1	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°8: cantidad de dosificación incorporando cenizas de cáscara de pecana a la calicata con la cantidad más perjudicial, para la evaluación de las propiedades físicas.

PROPIEDADES FÍSICAS CON ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA					
CALICATA	MUESTRA	10%	15%	20%	TOTAL
C PATRÓN	M	1	1	1	3

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Muestra

“Es considerada como una parte de la población de la cual se pretende extraer datos, la cual vendría a ser una representación de la población mencionada” (Hernández et al., 2006).

Como parte de este estudio, se realizarán tres excavaciones en la superficie de la carretera Llochegua Pichari. Por otra parte, se realizarán tres excavaciones similares en Silvia. En cada excavación se realizarán análisis estratigráficos detallados de cada estrato. A continuación, se estudiarán los hallazgos de los datos de laboratorio y se utilizará el suelo más desfavorable como referencia y se añadirá ceniza de copos de pecana para mejorar las propiedades de la arcilla. Estos procedimientos se llevarán a cabo y se analizarán en un laboratorio acreditado. Se

tomarán dos muestras de cada excavación y se realizarán las siguientes pruebas: límite elástico (MTC E 110), ductilidad (MTC E 111), proctor modificado (MTC E 115) y CBR (MTC E 132).

3.3.3. Muestreo

Esta investigación tiene como **tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia**, ya que la selección se hará de manera intencional y ciertas características las cuales serán definidas por el investigador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

Según Arias (2012), este enfoque aprueba obtener información de varias maneras. En primer lugar, estos métodos implican la observación directa. Además, las encuestas pueden realizarse de forma oral o escrita, también conocidas como cuestionarios. Otro método son las entrevistas, además de otros métodos (p. 111).

En el laboratorio se realizarán pruebas para recoger y registrar datos y resultados. Uno de los métodos que se utilizarán en este estudio es la observación directa, que implica la percepción consciente de los acontecimientos durante el muestreo de campo. Los datos y resultados recogidos se registrarán cuidadosamente y, a continuación, se introducirán en una plantilla Excel aprobada. Por último, se interpretarán y presentarán los datos y resultados.

Instrumentos

En este estudio se utilizarán fichas especialmente diseñadas para cada prueba de acuerdo con la normativa pertinente. Estas fichas se utilizarán para recoger los datos del análisis granulométrico, los límites de consistencia, los ensayos Proctor y los ensayos CBR. Estas fichas deberán estar diseñadas para cumplir los requisitos de las normas aplicables a cada prueba. Además, se obtendrán pruebas en forma de imágenes utilizando una cámara.

3.5. Validez y Confiabilidad

Para garantizar este aspecto crítico del estudio, los laboratorios acreditados por INACAL proporcionan certificados de calibración y verifican los instrumentos de medida utilizados en el estudio, donde se ejecutarán los ensayos del proyecto, estos certificados pertenecerán a los equipos.

3.6. Procedimientos

Para el desarrollar las etapas de la indagación se enfocaron en 3 procesos:

Etapa 1 toma de muestras en campo y manipulación en laboratorio

Toma de muestras en campo (MTC E 104)

Objeto

Buscar la máxima conservación de la muestra la cual ha sido extraída del lugar donde se ejecutará la obra, dar este cuidado en su transporte hacia el laboratorio, el principal objetivo es mantener las propiedades con las que se encontró.

Equipo y materiales.

Se necesitará un tipo de recipientes, los cuales serán utilizados según sea el material y trabajo que se realizará.

También será necesario parafina, la cual será servirá para sellado.

También se hará uso de discos de metal y madera lo cuales serán complemento al usarse la parafina.

Cita plástica la cual no se deberá dañar con el agua o interrumpir a este contacto con el agua.

Se hará uso de técnicas para conservar correctamente las muestras para que estas no sufran alteración y poder realizarse y obtener resultados correctos.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 107, pág.46). Para la toma de muestras, esto dependerá del tamaño máximo de grava encontrada en el terreno

del cual ha sido extraído, también será necesario una cantidad representativa considerable para la ejecución de los ensayos necesarios.

Procedimiento del ensayo

Los ejemplares deberán estar debidamente etiquetados; cada uno tendrá un nombre que facilitará su identificación y evitará confusiones cuando lleguen al laboratorio, la toma de la proporción para el ensayo de granulometría, Proctor modificado y CBR, la muestra tomada deberá ser superior a los 50 kg, ya que para cada punto del ensayo para materia granular es de 6 kg, ya que la prueba de Proctor modificado requiere de 4 puntos de evaluación, en el caso de que sea método "A" o método "B" se tomara 4 puntos de 3kg cada uno ya que se usara el molde de 4" y el método "C", el cual usara 6 kg por cada punto a 56 golpes por cada capa con un total de 5 .

Fecha de cuando se ejecutó el muestreo del material

Fecha y lugar de localización donde se ubica la calicata por medio de un GPS

Profundidad de la calicata.

Grupo A

Medio de transporte de las muestras, no se especifica el modo, siempre y cuando no se altere la muestra.

Grupo B

Forma correcta de traslado del material el cual deberá estar sellado, la muestra no deberá estar expuesta a humedad, la cual está cubierta por un plástico.

Cálculo e informe

Los datos, los cuales fueron obtenidos, en el terreno donde se efectuará el proyecto deben incluir estos puntos:

Un nombre que facilite la identificación.

La fecha correcta del muestreo

Nombre de la muestra

Profundidad de la cual se ha extraído la muestra y de la calicata

En el caso que se detecte un nivel freático, registrar su nivel y profundidad de ubicación

Obtención de muestras en laboratorio de manera representativa cuarto (MTC E 105)

Objeto

Determinar la toma representativa de material para cada ensayo en el laboratorio de manera que no haya un desperdicio de aquella, haciendo uso de la cantidad necesaria.

Equipos

Tamices los cuales cumplan con la norma NTP 350.001

- Tamiz N° 4 (4.750 mm)
- Tamiz N° 10 (2.000 mm)
- Tamiz N° 40 (0.425 mm)

Equipo cuarteado o si en el caso que será manual una pala y material necesario que facilite su operación.

También necesariamente algo para cubrir el suelo para que a la hora verter el material en el suelo no hará una contaminación del material.

Procedimiento

Cuarteo manual

Este procedimiento se tiene que hacer cuidadosamente ya que hay peligro de contaminación del material ya que se tiene que verter en una superficie lisa, limpia y fuera de impureza o material que pueda alterar las características del material, para este proceso tenemos que usar objeto que cubra como mínimo 2 x2m de área, para evitar perdida la cual cambie los resultados.

Etapa 2 caracterización físicas del suelo

Método de ensayo granulométrico por tamizado (MTC E 107)

Objeto:

Según (MTC E 107, pag.44). Se busca cuantificativamente determinar el dimensión de partículas existentes de un suelo, esto ayudará a saber las características del suelo el cual se está estudiando.

Equipos:

- Balanzas que tenga una precisión de 0.1g y 0.01g los cuales ayudarán a medir el peso de diferentes tipos de material.
- Se necesitará un horno con una temperatura constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$

Materiales:

Tabla N°9: Juego de mallas.

➤ TAMICES	ABERTURA
3"	75,000
2"	50,000
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

Fuente : (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 107)

- Pequeñas taritas
- Cepillo el cual se usará para retirar los residuos.

Muestra

- Previamente antes de realizar el proceso de análisis por tamizado, se realiza la deshidratación de una porción de la cantidad suficientemente necesario para el ensayo requerido, para que no haya adherencia del suelo trabajo.
- Se prepara la muestra cómo se indica en el (MTC E 106), el cual se obtendrá material retenido en la malla N°4 (4,760 mm) y pasante por la misma malla.
 - La fracción mínima de material pasante por la malla N°4 (4,760 mm) en suelos arenosos tendrá un peso de 115 g y para lo que viene a ser suelos arcillosos y limosos un peso de 65 g.

Procedimiento del ensayo

- Proceso de tamizado de la proporción retenida en la malla N°4 (4,760 mm).

Las fracciones de la muestra retenida en el tamiz N°4 (4,760 mm) serán fraccionadas de acuerdo a su dimensión de partículas según las mallas e indicados:

Tabla N°10: tabla para material retenido en la malla N°4

TAMICES	ABERTURA
3"	75,000
2"	50,000
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500

N°4	4,760
-----	-------

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 106)

- El proceso de tamizado se da por el movimiento de los tamices ordenados de manera ascendente según su tamaño de abertura da movimiento en todas orientaciones sin perder la muestra, seguidamente del aquel proceso se continua a mover las mallas de forma unitaria para posteriormente conseguir el peso por tamiz, esto concierne a las gravas las cuales son retenidas por la malla N°4 (4,760 mm) y superiores.

Las fracciones de la cantidad pasante de la malla N°4 (4,760 mm) serán fraccionadas según su diámetro de partículas según las mallas indicados:

- Para la fracción pasante el tamiz N°4 (4,760 mm) se procede a brindar una proporción de 115g en el caso de suelos arenosos y 65 suelos limosos, estos ya pesados se proceden a limpiar por el tamiz N° 200 sin perdida de material y continuamente secar las mallas menores al N°4 (4,760 mm), según como indiquen las especificaciones indicadas.

Cálculo e informe

Calcular el valor retenido al tamiz N°4 (4,760 mm)

Se procede a calcular el valor en porcentaje (%) de en base a los pesos que pasan en cada malla sea la N°4

Para el cálculo del porcentaje que retiene en cada malla, que realiza la siguiente operación, se divide el peso retenido en la malla la cual se quiere calcular entre el peso total de la muestra, ese resultado se tiene que multiplicar por 100, y para el cálculo del porcentaje retenido acumulado se tiene que se tiene que sumar el porcentaje del peso retenido más el peso retenido anterior acumulado.

Para el cálculo de material que pasa por la malla N° 200 se realiza de con la siguiente fórmula:

$\% \text{pasa malla N}^\circ 200 = ((\text{Peso Global} - \text{Peso Retenido en la malla N}^\circ 200) * 100) / \text{Peso Global}$

Para el cálculo en porcentaje de los finos. Donde se tiene que restando la forma del 100% de estos sobre la fracción de cada malla

Informe

El informe de presentación de resultados deberá tener el siguiente formato

- a) Se presenta lo que viene a ser el tamaño máximo de la partícula de la muestra tomada.
- b) También se tiene que presentar los porcentajes que son retenidos y lo que pasan en cada una de las mallas especificadas.
- c) Esta información tiene que ser juzgada por interés.

Método de ensayo para determinar el Límite de plasticidad (LP) (MTC E 111)

Objeto

- Según (MTC E 111, pág. 72). Hacer una determinación del límite plástico por intermedio de las pruebas de laboratorio y la cantidad de índice de plástico, con una anterior estimación del límite líquido.

Materiales y equipos

- Malla N° 40.
- Agua destilada para humedecer la muestra preparada.
- Vidrio especial esmerilado para rolar la muestra.
- Pequeña espátula, con una delgada hoja flexible el cual tendrá una longitud de 3" – 4" y con un ancho de 20 mm.
- Balanza con una exactitud de 0.01 g.
- Se necesitará un horno con una temperatura constante de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Juego de taras para almacenar las muestras ensayadas.

Procedimiento

- Para estimar el contenido mínimo de humedad necesario para el perfilado, el material se laminará primero a mano (deberá pasar por un tamiz del nº 40) hasta alcanzar un espesor de 3,2 mm. El laminado se realizará sobre un vidrio de calibración de 6 mm de espesor especialmente diseñado para este ensayo. Cuando se alcance el espesor deseado, se tomará una muestra representativa de 6 g del material laminado. Una vez extraída la cantidad de material adecuada para la prueba, se seca el material en un horno. Por último, se calculará el porcentaje de humedad (w %) de acuerdo con la norma (DOT E 108). Los resultados de la prueba se introducirán en una base de datos para su tratamiento posterior.

Cálculo

$$LP = (Wp) \times 100 / (\text{peso del suelo secado al horno})$$

- Cálculo del Índice de Plasticidad

$$IP = LL - LP$$

- NP (no presenta), se usará este término para cuando no se puede establecer el límite líquido o límite plástico por la prueba.

Procedimiento de prueba para obtener el Límite de Líquido (MTC E 110)

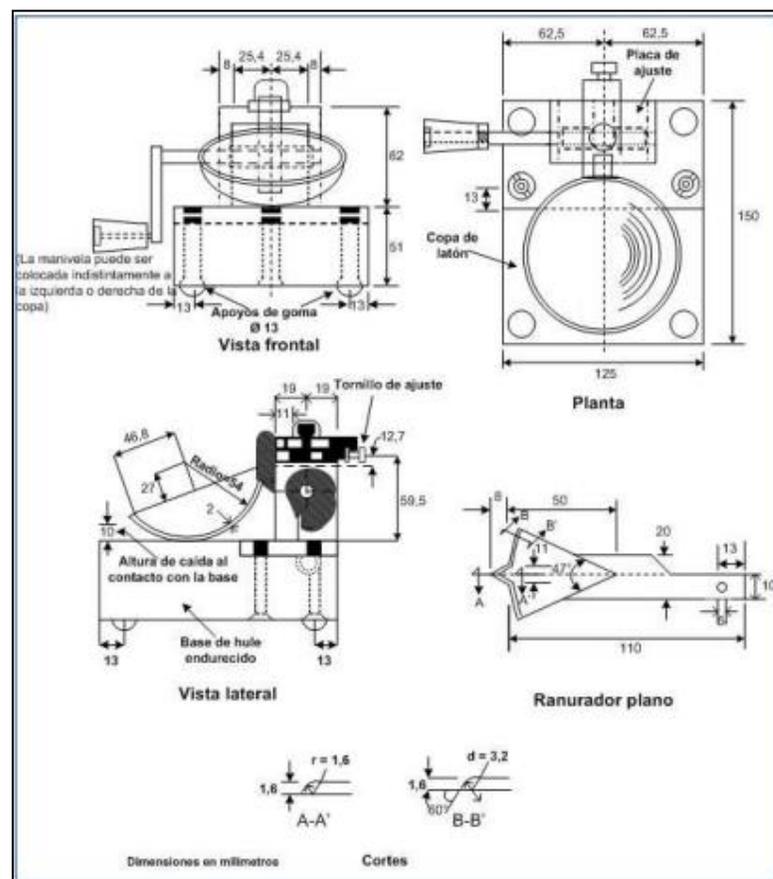
Objeto

- Según (MTC E 110, pág.67), es la determinación de la proporción de humedad, el cual se obtiene en el límite líquido y plástico el cual se realiza haciendo un corte con el acanalador hasta el fondo de la copa y el cual se tiene que cerrar en un 13 mm después de recibir 25 golpes de caída, según indique el ensayo.

Equipos, materiales e insumos

- Taras o recipientes de almacenamiento de material ensayado.
- Equipo de Casagrande el cual se puede manipular de manera manual, elaborado de material de bronce, también se puede usar equipo de manipulación mecánica.
- Acanalador especial para la prueba.
- Balanza con una precisión de 0.01 g.
- Se necesitará un horno con una temperatura constante de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Necesariamente se trabaja con agua especial el cual estaría destilada según indica el ensayo.

Figura N°9: Copa de Casagrande, para el prueba del Límite de Atterberg



Fuente (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 110)

Procedimiento del ensayo

- Según (MTC E 110, pág. 68), el proceso comienza con la preparación del material que pasa por el tamiz nº 4, que se considera material fino. A continuación, este material fino se tamiza a través del tamiz nº 40 con una muestra de aproximadamente 120 gramos. La muestra se humedece y se deja durante 12 horas para garantizar un contenido de humedad uniforme. Tras el asentamiento, se prueba una cantidad adecuada de material colocándolo en una bandeja Casa Grande de 10 mm de profundidad. Por último, se divide en dos partes utilizando una herramienta de ranurado, luego se procede a ensayar haciendo uso de la copa haciendo caer un total de 25 veces a un recorrido de 1 cm, en el fondo tiene que haber una distancia de 13 mm de unión entre ambos lados, se toma una dosis de la parte unida, y se procede a pesar, secar. asimismo, después de eso se hace el cálculo del contenido de unidad.

Cálculo

- Ecuación para la calcular la proporción de humedad para el límite líquido de todos los puntos del ensayo:

$$LL = W^n(N/25)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

N= El número total de caídas que se darán para lograr juntar la apertura

Wⁿ=Contenido de humedad del suelo

K=Factor dado en la tabla

Plantilla de recolección de datos

Etap 3: Determinación del comportamiento mecánico del suelo mejorado

Procedimiento de prueba para establecer la compactación, Proctor modificado (MTC E 115)

Objeto

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 115, pág.105). La prueba del Proctor modificado se fundamenta en la etapa de consolidación o compresión del suelo. Este ensayo resulta beneficioso para lograr la densidad máxima de la superficie después de haberlo humedecido previamente hasta alcanzar el porcentaje óptimo de humedad establecido.

Métodos del ensayo

Método "A"

- En este método se hará uso de un molde de diámetro de 4".
- Se usará material el cual será pasante por la malla N°4.
- El número de capas utilizado para el ensayo tendrá un total de 5.
- En este método se dará un total de 25 golpes por capa.
- Criterio para uso de este método, el material tendrá que tener como requisito que más del 80% del material pase por la malla N°4

Método "B"

- En lo que concierne al método "B" se usará el mismo molde el cual ha sido usado para el método "A", el cual será el molde de 4".
- En este método se utilizará material el cual sea pasante la malla N° 3/8.
- Se darán 25 golpes por capa.
- Cantidad total de capas por ensayo será de 5.
- Al tener más del 20% del material retenido en la malla N°4 se terminará este método.

Método "C"

- Molde de 6" para este método.
- Tamaño de material utilizado para este método pasante la malla N° ¾ ".
- Cantidad de golpes utilizados en este método serán de 56.
- Cantidad de capas para el ensayo viene a ser de 5.

- Se usará este método cuando más del 20% del material este sea retenido en la malla N° 3/8” y menos del 30% retenido en la malla N° 3/4 “.

Materiales y equipos

- Balanza con una precisión de 1g.
- Moldes de 4” y 6” para los diferentes métodos empleados y solicitados.
- Martillo o pisón el cual estará previamente calibrado.

Procedimiento

Según (MTC E 115, pág.108). La prueba de Proctor modificado se basa en la etapa de apisonado de la superficie, y su objetivo es compactar el suelo hasta alcanzar la máxima densidad. Antes de llevar a cabo este proceso, es necesario humedecer el suelo hasta alcanzar la proporción de humedad óptimo previamente hallado. Para el suelo que se va a tratar, se utilizarán diferente dosificación de ceniza de cáscara de pecana, que incluyen el 10%, 15% y 20%. Las pruebas de Proctor modificado y California Bearing Ratio (CBR) se llevarán a cabo utilizando estratégicamente los porcentajes de ceniza de cáscara de pecana mencionados.

California Bearing Ratio CBR del suelo (MTC E 132)

Objeto

Según (MTC E 132, pág.248) proceso en la cual se logrará encontrar el soporte, este ensayo es complementario ya que se realiza ya habiendo calculado la humedad y densidad

Equipos

- espaciador especificado con medidas exactas.
- Para medir la expansión.
- Probetas metálicas.

Procedimiento del ensayo

La preparación de la muestra seguirá el procedimiento establecido por el Proctor. Posteriormente, se llevará a cabo el ensayo de CBR, que implica la colocación de

5 capas en un contenedor metálico previamente verificado y calibrado. En cada una de estas capas se realizarán golpes, concretamente 12, 25 y 56 golpes de manera individual. Después de completar esta etapa, la muestra se coloca en un recipiente donde se medirá su expansión, que quedará registrada. Luego, se esperarán 4 días y se midieron la diferencia.

3.7. Métodos de análisis de datos

En esta sección se especifican las operaciones las cuales se realizarán a los datos registrados, con el uso de plantillas en Excel, diagrama de barras, que nos da la facilidad y mejor interpretación, estos resultados tienen que ser evaluados según indica la Norma técnica peruana, esto ayudara a que el proyecto tenga validez basado en normas.

3.8. Aspectos Éticos

- En la presente indagación se realizará conforme con los códigos éticos establecidos.
- Se seleccionarán los métodos de citación y referenciación de textos de libros, ponencias y artículos entre las opciones disponibles de acuerdo con las directrices APÁ propuestas por la Universidad Cesar Vallejo.
- La información recopilada, incluyendo fuentes como libros de ingeniería geotécnica, papers, artículos y detalles de la metodología desarrollada para el proyecto de investigación, fueron obtenidos de fuentes confiables como Google Scholar, Scielo, Alicia, Renati y otros.
- Las normas pertinentes, incluyendo las normas técnicas requeridas del Perú, serán consideradas como fuentes de referencia en este estudio.
- Para establecer el índice de similitud entre los proyectos de investigación, se realizarán análisis utilizando el software Turnitin proporcionado por la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Nuestros resultados se basan en las muestras recogidas en el tramo San José de Secce - Llochegua, donde se recogieron tres muestras de diferentes ubicaciones en un área de aproximadamente 1 km, como se detalla en la Tabla 5. El área de muestreo fue de aproximadamente 1 km, como se detalla en la Tabla 5, y los pozos fueron excavados a una profundidad de aproximadamente 1,50 m, lo que cumple con los requisitos mínimos del Código Nacional de Edificación (RNE) para análisis de suelos sueltos utilizados para pavimentación. Además, seguimos la norma RNE 339.252, que establece que deben recogerse muestras representativas de importancia significativa para realizar las pruebas necesarias.

Tras recibir las muestras, las enviamos al laboratorio y realizamos pruebas granulométricas, pruebas Atterberg, pruebas Proctor modificadas y pruebas CBR en cada foso sin adición de ceniza de cáscara de pecana (CCP). Los resultados se resumen a continuación.

4.1.- Ensayos del suelo natural

Se emplearon las pruebas de laboratorio en cantidades de suelo natural de acuerdo con las normas NTP 339.138(99), NTP 339.129(99), ASTM D1883-07 y ASTM D1557-07. Tras obtener los hallazgos de los tres sondeos, se realizaron pruebas adicionales, como la prueba de Atterberg, la prueba CBR y los límites Proctor Enmendado, utilizando ceniza de corteza de nogal en concentraciones del 10%, 15% y 20%, respectivamente. El objetivo era mejorar las características del suelo para su uso en futuros proyectos, tal y como se recomienda en el Manual de suelos y pavimentos del Departamento de Suelos y Pavimentos del MTC (2014).

4.1.1.-Porcentaje de Humedad

Tabla N°12: Porcentaje de Humedad

Descripción	Calicata-1	Calicata-2	Calicata-3
Contenido de Humedad (%)	17	16	18

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.- Resultados de la prueba de Granulometría del suelo en estado natural

Tabla N°13: Resultados del Ensayo Granulométrico

DESCRIPCIÓN	CALICATA-1	CALICATA-2	CALICATA-3
GRAVAS (%)	0	0	1
ARENA (%)	21	20	20
FINOS (%)	79	80	80

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los análisis granulométricos se ejecutaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de GEOSUR. Se tomaron tres muestras de la fosa 01, que contenía 0,4 % de grava, 21,3 % de arena y 78,1 % de finos; la fosa 02 contenía 20,9 % de arena y 79,1 % de finos, y la fosa 03 contenía 20,3 % de arena y 79,7 % de finos. Las tres fosas están clasificadas como CH por el sistema SUCS y el MTC indica que son suelos muy plásticos.

4.1.2.- Resultados de las pruebas de Límites de Atterberg del suelo en estado natural.

Tabla N°14: Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg

DESCRIPCIÓN	CALICATA-1	CALICATA-2	CALICATA-3
LÍMITE LÍQUIDO (%)	53	51	54
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25	25	25
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	28	26	30

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La prueba del límite de Atterberg en suelo estándar (suelo natural) dio los siguientes resultados. El índice de plasticidad (IP) de los diferentes suelos era del 28%, 26% y 30% respectivamente. Estos resultados indican que los suelos analizados tienen índices de plasticidad muy similares, lo que sugiere que estos suelos tienen una baja resistencia. Cabe señalar que los suelos con alta plasticidad tienden a retener mucha agua en contacto, lo que los hace más plásticos, disminuyendo aún más su esfuerzo y haciéndolos más propensos a la inestabilidad.

4.1.3.- Resultados de los ensayos de Proctor Modificado del suelo en estado natural.

Tabla N°15: Resultados del Ensayo de Proctor modificado.

DESCRIPCIÓN	MUESTRA	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
CALICATA -1	M-01	1.760	15.0%
CALICATA -2	M-01	1.777	15.10%
CALICATA -3	M-01	1.770	15.70%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Cuando se analizó el suelo natural por el método Proctor modificado, se halló que el DMS era de 1,760 g/cm³ para C-01, 1,777 g/cm³ para C-02 y 1,770 g/cm³ para C-03. Además, se halló que el CHO era del 15,0% para la muestra C-01, del 15,10% para la muestra C-02 y del 15,70% para la muestra C-03. Además, el OCH resultó ser del 15,0% para la muestra C-01, del 15,10% para la muestra C-02 y del 15,70% para la muestra C-03. Basándose en estos hallazgos, se concluye que los valores de MDS y OCH de los suelos naturales de las tres áreas de estudio son similares entre sí.

4.1.4.- Resultados de los ensayos de California Bearing Ratio (CBR) del suelo en estado natural.

Las pruebas se realizaron con a la finalidad de conseguir la capacidad portante del suelo en estado natural, y se efectuó de acuerdo a la NORMA AASHTO T – 193, ASTM 1883.

Tabla N°16: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)		
PENETRACIÓN (pulg)	0.1"	
% (MDS)	95% (0.1")	100% (0.1")
CALICATA 1	4.5%	5.9%
CALICATA 2	4.1%	5.2%
CALICATA 3	4.7%	6.0%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los hallazgos obtenidos después de la penetración de 0.1" al 95% y 100% indican que los suelos se consideran inestables. Es importante destacar que los suelos con un índice de soporte CBR igual o superior al 6% se consideran adecuados. En este caso, al visualizar los datos del CBR en las tres calicatas son menores al 6%, queda claro que es necesario estabilizar, mejorar o reemplazar este suelo.

4.2.- Obtención de la ceniza y proceso de calcinación

Obtuvimos la cáscara de pecana necesaria para iniciar nuestros experimentos, la cual tenía un peso de 95 kg. Posteriormente, procedimos a quemar este material con el objetivo de obtener la ceniza de cáscara de pecana (CCP). En este proceso de quema, se mantuvo una temperatura dentro del rango de 300°C a 400°C. En nuestro caso, realizamos la combustión en pequeñas unidades a las cuales se les incorporó la cáscara como parte del procedimiento.

4.2.1 porcentaje de pérdida al momento de la calcinación del producto estabilizante

Tabla N°17: Porcentaje de pérdida

Descripción	cantidad total antes de calcinar (Kg)	cantidad total después de la calcinar	% de pérdida después de la calcinación
Ceniza de cáscara de pecana	95	36	65%

Fuente: Elaboración propia

4.3.- Prueba del suelo natural de la calicata más desfavorable con incorporación de ceniza de cáscara de pecana.

4.3.1.- Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg con la incorporación de ceniza de cáscara de pecana

Prueba N°1

Tabla N°18: Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg + ceniza de cáscara de pecana.

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
SUELO NATURAL C-2	51	25	26
SUELO NATURAL+10%	52	29	24
SUELO NATURAL+15%	54	32	22
SUELO NATURAL+20%	56	36	20

Fuente: Elaboración propia

Prueba N°2

Tabla N°19: Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg + ceniza de cáscara de pecana.

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
SUELO NATURAL C-2	51	25	26
SUELO NATURAL+10%	53	29	24
SUELO NATURAL+15%	55	31	23
SUELO NATURAL+20%	57	36	21

Prueba N°3

Tabla N°20: Resultados del Ensayo de Límites de Atterberg + ceniza de cáscara de pecana.

DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
SUELO NATURAL C-2	51	25	26
SUELO NATURAL+10%	53	30	24
SUELO NATURAL+15%	55	32	23
SUELO NATURAL+20%	57	37	20

Interpretación: Se visualizo en las pruebas de límites de Atterberg experimentales al adicionarle el 10%,15% y 20%, considerando como dato del suelo natural un I.P. de 26% y con el 10% de ceniza de cáscara de pecana tenemos un I.P. de 24%, de 15% de ceniza de cáscara de pecana tenemos I.P de 22%y de 20 % de ceniza de cáscara de pecana tenemos un I.P de 20%, lo que nos muestra que la ceniza de cáscara de pecana disminuye el I.P.

4.3.2.- Resultados del Ensayo de Proctor modificado con la incorporación de ceniza de cáscara de pecana

Prueba N°1

Tabla N°21: Resultados del Ensayo de Proctor modificado + ceniza de cáscara de pecana

DESCRIPCIÓN	Optimo contenido de Humedad	Máxima densidad Seca
SUELO NATURAL	15.10	1.777
SUELO NATURAL+10%	18.1	1.655
SUELO NATURAL+15%	19.3	16.14
SUELO NATURAL+20%	20.3	15.20

Fuente: Elaboración propia

Prueba N°2

Tabla N°22: Resultados del Ensayo de Proctor modificado + ceniza de cáscara de pecana

DESCRIPCIÓN	Optimo contenido de Humedad	Máxima densidad Seca
SUELO NATURAL	15.10	1.777
SUELO NATURAL+10%	17.9	1.636
SUELO NATURAL+15%	19.9	16.06
SUELO NATURAL+20%	20.6	14.96

Prueba N°3

Tabla N°23: Resultados del Ensayo de Proctor modificado + ceniza de cáscara de pecana

DESCRIPCIÓN	Optimo contenido de Humedad	Máxima densidad Seca
SUELO NATURAL	15.10	1.777
SUELO NATURAL+10%	18.3	1.669
SUELO NATURAL+15%	20.2	1.625
SUELO NATURAL+20%	21.0	14.85

Interpretación: en la siguiente tabla presentada se pudo visualizar una MDS de 1.777gr/cm³ y un porcentaje optimo de humedad de 15.10%, al realizar la incorporación de la ceniza en porcentajes de 10%, 15% y 20%, se pudo visualizar los resultados presentados anteriormente.

4.3.3.- Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de ceniza de cáscara de pecana

Prueba N°1

Tabla N°24: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) + ceniza de cáscara de pecana de la prueba 1

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)		
PENETRACIÓN (pulg)	0.1"	
% (MDS)	95% (0.1")	100% (0.1")
SUELO NATURAL C-2	4.1%	5.2%
SUELO NATURAL+10%	7.4	11.2
SUELO NATURAL+15%	9.5	13.2
SUELO NATURAL+20%	12.7	15.1

Fuente: Elaboración propia

Prueba N°2

Para esta prueba se realizado el siguiente ensayo:

Tabla N°25: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) + ceniza de cáscara de pecana de prueba 2

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)		
PENETRACIÓN (pulg)	0.1"	
% (MDS)	95% (0.1")	100% (0.1")
SUELO NATURAL C-2	4.1%	5.2%
SUELO NATURAL+10%	7.1	10.7
SUELO NATURAL+15%	10.1	12.7
SUELO NATURAL+20%	11.9	15.2

Fuente: Elaboración propia

Prueba N°3

Tabla N°26: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) + ceniza de cáscara de pecana de la prueba 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)		
PENETRACIÓN (pulg)	0.1"	
% (MDS)	95% (0.1")	100% (0.1")
SUELO NATURAL C-2	4.1%	5.2%
SUELO NATURAL+10%	7.5	10.4
SUELO NATURAL+15%	10.1	13.2
SUELO NATURAL+20%	12.2	14.8

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: se observó cómo los valores del C.B.R al 95 % y 100% los valores se van incrementando con la incorporación de porcentajes de ceniza de cáscara de pecana 10%, 15% y 20%, considerando los hallazgos de laboratorio conseguimos indicar que hubo un aumento en la capacidad de portante hasta en un 10% de su dato inicial, en las 3 pruebas realizadas a la muestra patrón.

Contrastación de hipótesis

Prueba de hipótesis con el estadístico t de student Utilizando el P valor.

Con la finalidad de validar la hipótesis.

Todo en referencia al valor P en dependencia al nivel de significancia, el cual nos mencionara si se acepta o rechaza.

- Si se obtiene un valor $P >$ al nivel de significancia, Se acepta la H_0 .
- Si se obtiene un valor $P <$ al nivel de significancia, Se rechaza la H_0 .

En el análisis de hipótesis que sigue, se determinó que la adición de un 10% de ceniza de cáscara de pecana era el porcentaje más adecuado. Esto se basó en la observación de que los resultados demostraron un rendimiento óptimo en las propiedades físicas y mecánicas, superando el umbral del 6% de CBR.

a) Se tiene los datos previos (CBR)

Para la contrastación de la hipótesis se procedió al uso del programa Minitab19, esta ayuda a obtener los datos estadísticos en base a los hallazgos concluidos, también se usó Excel para realizar los cuadros y gráficos.

Paso 1

Hipótesis de investigación 1.

La aplicación de ceniza de cáscara de pecana influye favorablemente en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante.

Para verificar su efectividad de la ceniza de cáscara de pecana en la subrasante de un suelo arcilloso para obtener la capacidad de soporte, para ello se efectuó 3 ensayos de California Bearing Ratio (CBR) del porcentaje de 10% de adición de ceniza de cáscara de pecana, en la tabla 21 se pueden apreciar estas mediciones.

Tabla N°27: Promedio del CBR de las 3 pruebas realizadas con 10% de ceniza de cáscara de pecana de la calicata 2

IDENTIFICACIÓN	CALIFORNIA BEARING RATIO (%)			CBR PROMEDIO (%)
10%	11.2	10.7	10.4	10.767

FUENTE: Elaboración propia

Se realizó una estimación de la confiabilidad al 95%, asimismo se consideró un nivel de significancia de 5% y una media hipotética de 6 (%).

Paso 3

T de una muestra: CBR

Se tiene los datos estadísticos de la μ : media prueba de CBR.

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	10.767	0.404	0.233	10.085

μ : media de CBR DEL SUELO+ 10% CCP

Resultados de las estadísticas en Minitab

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 6$

Hipótesis alterna $H_1: \mu > 6$

Valor T	Valor p
20.43	0.001

- Si se obtiene un valor $P >$ al nivel de significancia, Se acepta la H_0 .
- Si se obtiene un valor $P <$ al nivel de significancia, Se rechaza la H_0 .

Paso 4

Se identifica el límite en la distribución t, habiendo sido este calculado de una tabla de estadística.

$$gl: N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1}$$

Se hace el cálculo de la desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{(11.2 - 10.767)^2 + (10.7 - 10.767)^2 + (10.4 - 10.767)^2}}{3 - 1} = 0.404$$

Cálculo del estadístico t de prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

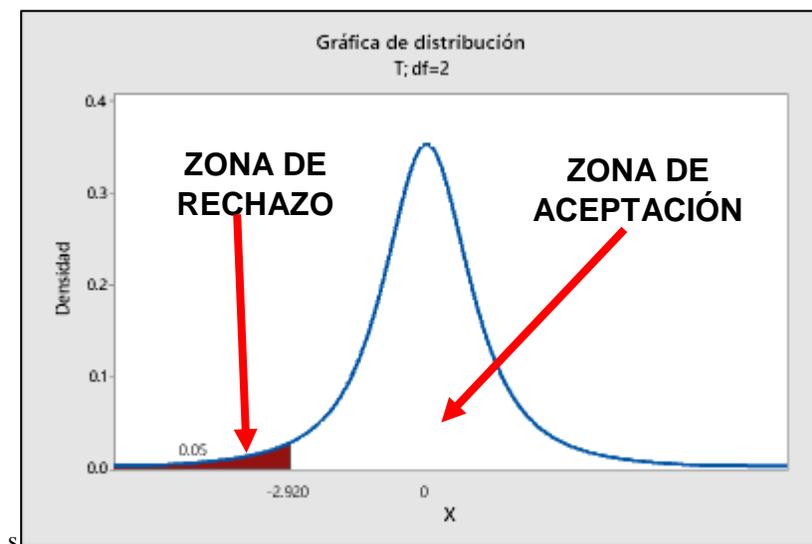
$$t = \frac{10.767 - 6}{\frac{0.404}{\sqrt{3}}} = 20.43$$

Paso5

Formulación de hipótesis:

H₀: La aplicación de ceniza de cáscara de pecana **no** influye favorablemente en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante.

H₁: La aplicación de ceniza de cáscara de pecana influye favorablemente en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante.



Decisión y conclusión

El resultado de t : 20.43 en cuanto al CBR DEL SUELO + 10%CCP, el cual se realizó el cálculo, nos indica que se encuentra en la zona de ACEPTACIÓN, así como se puede visualizar en la figura, esto nos especifica que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. Con esto se concluyó que al añadir ceniza de cáscara de pecana influye favorablemente en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante.

b) Se tiene los datos previos (ÍNDICE DE PLASTICIDAD)

Para la contrastación de la hipótesis se procedió al uso del programa Minitab19, esta ayudo a obtener los datos estadísticos en base a los resultados obtenidos, también se usó Excel para realizar los cuadros y gráficos.

La inclusión de ceniza de cáscara de pecana en un suelo arcilloso de subrasante tiene un impacto positivo en las características físicas del suelo. Para evaluar su eficacia en cuanto al índice de plasticidad, se llevaron a cabo tres pruebas de Límite de Atterberg utilizando una adición del 10% de ceniza de cáscara de pecana. Los hallazgos de estas mediciones se visualizan en la siguiente tabla.

Tabla N°28: Promedio del límite de consistencia de las 3 pruebas realizadas con 10% de ceniza de cáscara de pecana de la calicata 2

IDENTIFICACIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)			ÍNDICE DE PLASTICIDAD PROMEDIO (%)
10%	23.9	24.2	23.5	23.867

Se realizó una estimación de la confiabilidad al 95%, asimismo se tomó un nivel de significancia del 5% y una media hipotética de 25.7 (%).

Paso 3

Se hizo una prueba de t de una muestra: ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Se tiene los datos estadísticos de la μ : media prueba de ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para μ
3	23.867	0.351	0.203	24.459

μ : media de IP DEL (SUELO+10% DE CCP)

Resultados de las estadísticas en Minitab

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 25.7$

Hipótesis alterna $H_1: \mu < 25.7$

Valor T	Valor p
-9.04	0.006

- Si se obtiene un valor $P >$ al nivel de significancia, Se acepta la H_0 .
- Si se obtiene un valor $P <$ al nivel de significancia, Se rechaza la H_0 .

Paso 4

Se identifica el límite en la distribución t, habiendo sido este calculado de una tabla de estadística.

$$gl: N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

$$\gamma = 1 - \alpha = 1 - 0.05 = 0.95$$

$$t_{.95} = 2.92$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{N - 1}$$

Se hace el cálculo de la desviación estándar

$$s = \frac{\sqrt{(11.2 - 10.767)^2 + (10.7 - 10.767)^2 + (10.4 - 10.767)^2}}{3 - 1} = 0.351$$

Cálculo del estadístico t de prueba:

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

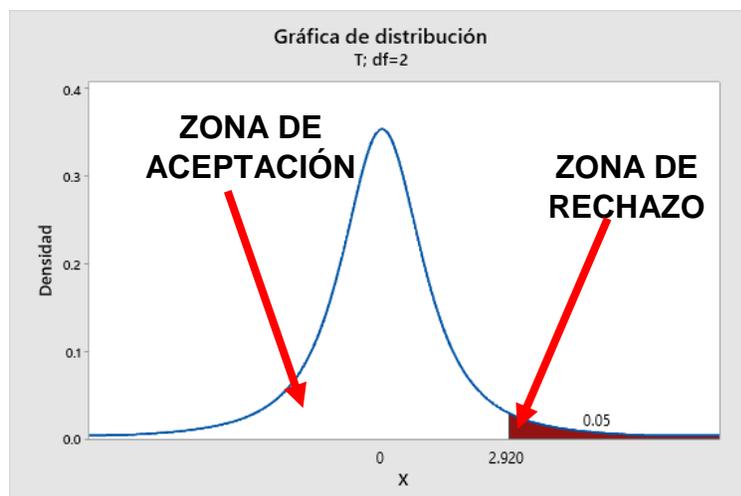
$$t = \frac{23.867 - 25.7}{\frac{0.351}{\sqrt{3}}} = -9.04$$

Paso5

Formulación de hipótesis:

Ho: La influencia de la adición de ceniza de cáscara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante **no** es favorable.

H1: La influencia de la adición de ceniza de cáscara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante es favorable.



Decisión y conclusión

En cuanto al resultado de $t: -9.04$ con referido al IP DEL (SUELO + 10%CCP) calculado, nos demuestra que se ubica en la zona de ACEPTACIÓN como se puede observar en el anterior gráfico, esto nos confirma que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula. Con esto se concluye que la influencia de la adición de ceniza de cáscara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante es favorable.

V. DISCUSIÓN

- Teniendo en cuenta el objetivo general, decidimos que el mejoramiento de las propiedades del suelo arcilloso subyacente añadiendo ceniza de corteza de nogal. Los hallazgos de los ensayos de laboratorio brindaron resultados positivos, especialmente en lo que respecta a las propiedades físicas y mecánicas del suelo con la adición de ceniza de corteza de nogal. El índice de plasticidad (IP) se disminuyó hasta en un 10% y las propiedades mecánicas, expresadas como California Bearing Ratio (CBR), mejoraron en torno a un 10%. Estos resultados favorables se observaron cuando la ceniza de cáscara de pecana se utilizó en concentraciones del 10%, 15 % y 20 %. Goñas y Saldaña (2020) en su artículo "Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada" obtuvieron resultados similares, con un incremento del CBR del 2,1-7,5 por ciento y una disminución del índice de plasticidad del 5-10 por ciento. Estos resultados están en buena concordancia con los datos del presente estudio, que también mostraron que la incorporación de ceniza de corteza de nogal mejoraba las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- Este trabajo es la continuación de un estudio realizado por el autor Castro (2017), cuyo objetivo principal era evaluar los beneficios de la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz para optimizar las características de los suelos cohesivos. Los resultados mostraron que la incorporación de 10%, 20%, 30% y 40% de ceniza de cascarilla de arroz redujo el índice de plasticidad en más del 20%. Además, se observó un aumento de la capacidad portante del suelo del 8-13%. Estos resultados apoyan la conclusión de que la incorporación de ceniza de cáscara de arroz brinda un efecto positivo en las características físicas del suelo, ya que los resultados obtenidos fueron favorables u óptimos.
- En el contexto de este objetivo, se investigó la consecuencia de la incorporación de ceniza de corteza de nogal sobre las propiedades mecánicas de las arcillas utilizadas como pavimentos de carreteras. Los ensayos de propiedades mecánicas realizados en el laboratorio mostraron

que los hallazgos del CBR (California Bearing Ratio) coincidían con los de otros autores y estaban por debajo del límite aceptable del 6%, por lo que se menciona que al añadir la ceniza de cáscara de pecana hay mejoras en las propiedades mecánicas de este suelo arcilloso, ya que el CBR se incrementó hasta un 10%, llegando a un valor de 15% con la máxima adición propuesta de 20%, esta conclusión es apoyada por los hallazgos de Ayala et al. (2019), quienes llegaron a un valor de CBR de 2,2% en su artículo de investigación "Estudio del efecto de la adición de cenizas de ladrillera artesanal en la estabilización de arcillas para pavimentos", se puede mencionar que el valor del CBR fue incrementando al adicionar un 20% de ceniza de ladrillo artesanal, esto llevo al CBR hasta un valor de 9.5% siendo 4 veces su valor natural.

VI. CONCLUSIONES

La propuesta de la adición de ceniza de cáscara de pecana en dosificaciones de 10%,15% y 20% serían óptimos, ya que, según los hallazgos obtenidos en el laboratorio, superarían a los del patrón, tanto en la capacidad de soporte como en el índice de plasticidad.

Se concluyó que al incorporar ceniza de cáscara de pecana con proporciones de 10% el CBR se incrementa hasta un 5% su capacidad de soporte, el cual alcanzaría un valor de 10% aproximadamente, superando así el 6% requerido para el uso de un proyecto vial, con esto no sería necesario adicionar mayores porcentajes.

Se determinó también que en cuanto al índice de plasticidad se obtuvo una mejora significativa, concluyendo así que el 10% de ceniza de cáscara de pecana también influye favorablemente en reducir la plasticidad de la subrasante del suelo arcilloso.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere usar la ceniza de cáscara de pecana en porcentajes de 10%, ya que trae beneficios a las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso, asimismo se estaría cuidado el medio ambiental, por lo que sería un aditivo natural, el cual no perjudicaría las características de un suelo como son los aditivos químicos, usar esta adición del 10% sería la más óptima en cuanto a inversión, por lo que se mencionó antes trae los beneficios necesarios y requeridos.

Se recomienda añadir un 10 % de ceniza de cáscara de pecana a los suelos con un $\text{CBR} \leq 6 \%$ para optimizar la capacidad portante del suelo y ahorrar costes. Los hallazgos de las pruebas mostraron que al incorporar un 10 % de ceniza de cáscara de pecana aumentaba el contenido óptimo de agua de los suelos arcillosos con resultados satisfactorios.

En lo que respecta a investigaciones futuras, se sugiere utilizar cenizas de cáscara de pecana como una opción de material alternativo para mejorar la subrasante en suelos arcillosos, se aconseja explorar porcentajes diferentes a futuras investigaciones en estudios similares, considerando resultados con concentraciones del 10%, 15% y 20%, ayudan a mejorar siendo una opción utilizar el 10% de adición, siendo esta la mínima se ha obtenido buenos resultados.

REFERENCIAS

Abduljabbar A., Saeedi A. (2021). Use of construction materials to improve the properties of clay soil. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 9(2), 593-598.

Apolinario A., Delgado E. (2019). *Estabilización de suelos arcillosos, con bajos valores de soporte (CBR), con fines de mejoramiento de la subrasante*. Universiada Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú.

Arabani M., Haghsheno, H. (2019). The Effect of Polymeric Fibers on the Mechanical Properties of Cement-Stabilized Clay Soils in Northern Iran. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 14, 50-61.

Atienza, M. (2008). *Manual de estabilización de suelos con cemento o cal*. Madrid: Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones.

Ayeldeen M., Kitazume M. (2017). Using fiber and liquid polymer to improve the behaviour of cement-stabilized soft clay. *Geotextiles and Geomembranes*, 45, 592-602.

Balaguera, A., Carvajal, G. I., Arias, Y. P., Albertí, J., & Fullana-i-Palmer, P. (2019). Evaluación de la viabilidad técnica y del ciclo de vida de un residuo industrial como producto estabilizador para carreteras sin pavimentar e influencia del embalaje. *Science of the Total Environment*, Vol. 668, pp.272-282.

Becerra, E. (2017). *Caracterización del desecho agroindustrial de la palma de aceite “cuesco” para el mejoramiento de las capas granulares de la estructura de pavimento*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.

Bekhiti M., Trouzine H. (2019). Influence of waste tire rubber fibers on swelling behavior, unconfined compressive strength and ductility of cement stabilized bentonite clay soil. *Construction and Building Materials*, 208, 304-313.

BRAJA M. Das. *Fundamentos de la ingeniería geotecnia*. 4ta Ed. México: 2015, Disponible en: <http://latinoamerica.cengage.com>

Castillo Parra, F. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos de macas con valores de CBR menores al 5% y límites líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como subrasantes en carreteras*. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Castro Cuadra, A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Universidad Tecnológica de los Andes. Lima, Perú.

Condori W., Rojas A. (2020). *Mejoramiento con polímeros reciclados PET fundido en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Vilcaniza – Beirut, Amazonas, 2020*, Universidad César Vallejo. Lima, Perú.

Córdova Jiménez, M. (2019). *Mejoramiento de estratos blandos para desplante de terraplenes para la construcción de una carretera tipo A4*. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.

Cuipal, Betty. (2018). *Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas – Huancas, Amazonas*. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Etim, R. K., Eberemu, A. O., & Osinubi, K. J. (2017). Stabilization of black cotton soil with lime and iron ore tailings admixture. *Transportation Geotechnics, Vol. 10*, pp-85–95.

Faisal I., Ibrahim M., Hisham Y. (2017). Effect of by-product steel slag on the engineering properties of clay soils. *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 29, 394-399.

Gallardo Amaya, R., Cuanalo Campos, O., Quintero Lemus, L., Alejandra Muñoz, A. y Andrey Martinez, C. (2017). Análisis del comportamiento de suelos de alta plasticidad con la adición del material de residuo en la fabricación del ladrillo cerámico. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA)*, Vol. 1(29), pp. 105-110.

GhavamShirazi S., Bilsel H. (2021). Characterization of volume change and strength behavior of micro-silica and lime-stabilized Cyprus clay. *Acta Geotechnica*, 16, 827-840.

Gupta, A., Arora, V. K., & Biswas, S. (2017). Contaminated dredged soil stabilization using cement and bottom ash for use as highway subgrade fill. *International Journal of Geo-Engineering, Vol.8 (1)*, pp.3-13.

Hasnat A, Ahmet S, T., Mustafa T., Samiullah M. y Prince M. (2020). Improvement of bearing capacity of clay soil using fly ash. *AIUB Office of Research and Publication, Vol. 19 (2)*, pp. 55-62.

INARES, Roiser. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, Chachapoyas*. Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas, Perú.

Kulanthaive P., Velmurugan S. (2021). Experimental investigation on stabilization of clay soil using nano-materials and white cement. *Materialstoday Proceedings*, 45(2), 507-511.

Linares Chávez, R., Aguilar Rojas, M., Rojas De La Puente, E. (2020). Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, Vol. 3/Nº2*, pp.33-39.

López, José. Suelos arcillosos reforzados con materiales de plástico PET. Escuela de ingeniería de Antioquia 2013, Colombia.

López, Sumarriva. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización san luis de la ciudad de Abancay*. Universidad Tecnológica de los Andes. Apurímac, Perú.

López, T., BOSCO, J., HORTA, J, et al. Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas 2010.

Mamani L., Yataco A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho*. Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú.

Márquez Martínez, K. (2019). *Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito La Encantada, provincia de Morropón – Piura 2019*. Piura, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección suelos y pavimentos*. Lima, Perú.

Mirzababaei M., Arulrajah A. (2017). Polymers for stabilization of soft clay soils. *Transportation Geotechnics and Geoecology*. Elsevier, 189, 25-32.

Mirzababaei M., Arulrajah A. (2018). Stabilization of soft clay using short fibers and poly vinyl alcohol. *Geotextiles and Geomembranes*, 46, 646-655.

Moreno Pérez, E. (2018). *Estabilización de Suelos Arcillosos con Residuos de la construcción y demolición*. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. México.

Ojeda Farias, O., Mendoza Rangel, J. y Baltazar Zamora, M. (2018). Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. *Revista ALCONPAT, Vol. 8/Nº2*, pp.194-208.

Ponce Crispín, D. (2018). *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.

Reang, R., & Pal, S. K. (2018). Strength Behaviours of the Clayey-Silt Soil Mixed with Fly Ash and Sand. *Ground Improvement Techniques and Geosynthetics, Vol. 14* pp.105–113.

Salimi M., Ghorbani A. (2020). Mechanical and compressibility characteristics of a soft clay stabilized by slag-based mixtures and geopolymers. *Applied Clay Science*, 184, 105-113.

Sharma L., Sirdesai N. (2018). Experimental study to examine the independent roles of lime and cement on the stabilization of a mountain soil: A comparative study. *Applied Clay Science*, 152, 183-195.

Smaida A., Belkacem M., Mohamed K. (2021). Physico-mechanical stabilization of a high swelling clay. *Construction and Building Materials*, 289, 123-197.

Yilmaz, Y., Coban, S., Cetin, B. y Edil, B. (2019). Use of standard and off-spec fly ashes for soil stabilization. American Society of Civil Engineers (ASCE), Vol. 31 (2), pp.1-9.

Zambrano, A, Casanova M. (2016). *Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcillas (CL) y grava arcillosa (GC)*. Universidad de especialidades Espíritu Santo. Samborondón, Ecuador.

ANEXOS

TITULO: Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Tipo de estudio: Aplicada
¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de cascara de pecana en las propiedades de un suelo arcilloso de una subrasante?	Mejorar las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana.	La adición de ceniza de cascara de pecana influye positivamente en las propiedades de un suelo arcilloso de una subrasante.	Ceniza de cáscara de pecana	Porcentajes	Adición de 10%,15% y 20% de ceniza de cáscara de pecana	Diseño de estudio: Experimental Nivel: Explicativo Método de Investigación: Hipotético-Deductivo
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Población: 3 calicatas ubicadas en las Carreteras de San José de Secce del Centro Poblado de Arequipa en el distrito de Llochegua -Perú. Muestra: Calicata con la muestra más desfavorables Los tramos de la carretera San José
¿De qué manera la adición de ceniza de cascara de pecana influye en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante?	Analizar la influencia de la adición de ceniza de cascara de pecana en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante.	La aplicación de ceniza de cascara de pecana influye favorablemente en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante.	Propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso	Propiedades Físicas	Límites de Atterberg	
¿Cómo influye la adición de ceniza de cascara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante?	Evaluar la influencia de la adición de ceniza de cascara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante.	La influencia de la adición de ceniza de cascara de pecana en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante es favorable.		Propiedades Mecánicas	PROCTOR MODIFICADO CBR	

						de Secce - Llochegua, Muestreo: No probabilístico por conveniencia.
--	--	--	--	--	--	--

**ANEXOS 1: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE
LABORATORIO**

➤ **Certificado de calibración GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.**



PUNTO DE PRECISION SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Acreditación
Regist. N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-062-2021

Página: 1 de 3

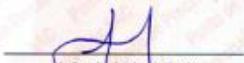
<p>Expediente : T 050-2021 Fecha de Emisión : 2021-02-18</p> <p>1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.</p> <p>Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA</p> <p>2. Instrumento de Medición : BALANZA</p> <p>Marca : OHAUS</p> <p>Modelo : TAJ602</p> <p>Número de Serie : 7128460365</p> <p>Alcance de Indicación : 600 g</p> <p>División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g</p> <p>División de Escala Real (d) : 0,01 g</p> <p>Procedencia : CHINA</p> <p>Identificación : NO INDICA</p> <p>Tipo : ELECTRÓNICA</p> <p>Ubicación : LABORATORIO</p> <p>Fecha de Calibración : 2021-02-16</p>	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISION S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
---	---

3. Método de Calibración
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración
LABORATORIO de GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F05 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-062-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	26,4	26,4
Humedad Relativa	59,8	59,8

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0064-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 600,08 g para una carga de 600,00 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
LINEALIDAD	TIENE		

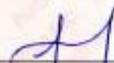
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	26,4	26,4

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	AL (g)	E (g)	I (g)	AL (g)	E (g)
1	299,99	0,002	-0,008	599,99	0,003	-0,009
2	300,00	0,006	-0,002	600,00	0,006	-0,002
3	299,99	0,003	-0,009	600,00	0,006	-0,002
4	299,99	0,001	-0,007	600,00	0,009	-0,004
5	299,99	0,003	-0,009	600,00	0,006	-0,002
6	300,00	0,006	-0,002	600,01	0,009	0,005
7	300,00	0,008	-0,004	600,01	0,008	0,006
8	300,00	0,009	-0,005	600,01	0,007	0,007
9	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,008	-0,004
10	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,006	-0,002
Diferencia Máxima	0,007			0,016		
Error máximo permitido ±	0,03 g			± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-062-2021

Página: 3 de 3

2	5
1	4
3	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,10	0,10	0,007	-0,002	200,00	200,00	0,007	-0,002	0,000
2		0,10	0,006	-0,001		199,99	0,003	-0,008	-0,007
3		0,10	0,008	-0,003		199,99	0,002	-0,007	-0,004
4		0,09	0,003	-0,006		199,98	0,002	-0,017	-0,009
5		0,09	0,002	-0,007		199,99	0,003	-0,006	-0,001
Error máximo permitido: ±									0,03 g

(1) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± error (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,09	0,003	-0,006						
0,200	0,19	0,002	-0,007	0,001	0,19	0,001	-0,006	0,002	0,01
5,000	4,99	0,001	-0,006	0,002	4,99	0,001	-0,006	0,002	0,01
20,000	19,99	0,003	-0,008	0,000	19,99	0,002	-0,007	0,001	0,01
50,000	49,99	0,001	-0,006	0,002	49,99	0,001	-0,006	0,002	0,01
100,000	99,99	0,001	-0,006	0,002	99,99	0,001	-0,006	0,002	0,02
150,000	149,99	0,003	-0,008	0,000	149,99	0,002	-0,007	0,001	0,02
200,000	199,98	0,004	-0,019	-0,011	200,00	0,006	-0,001	0,007	0,02
400,001	399,99	0,005	-0,011	-0,003	400,00	0,005	-0,001	0,007	0,03
500,000	499,97	0,003	-0,028	-0,020	499,99	0,001	-0,006	0,002	0,03
600,001	599,99	0,005	-0,011	-0,003	599,99	0,005	-0,011	-0,003	0,03

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,26 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{8,30 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 7,66 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 076 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 053-2021
Fecha de emisión : 2021-02-17

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : TAMEQUIPOS
Modelo de Prensa : TCP038
Serie de Prensa : 505
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : ZEMIC
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B
Serie de Celda : J382535
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de indicador : A12
Serie de indicador : NO INDICA

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA
16 - FEBRERO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28.4	28.1
Humedad %	56	57

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 076 - 2021

Página - 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	509.70	510.60	-1.94	-2.12	510.15	-1.99	-0.18
1000	1007.15	1007.90	-0.71	-0.79	1007.53	-0.75	-0.07
1500	1503.50	1504.10	-0.23	-0.27	1503.80	-0.25	-0.04
2000	2000.20	2001.25	-0.01	-0.06	2000.73	-0.04	-0.05
2500	2498.30	2496.80	0.07	0.13	2497.55	0.10	0.06
3000	2992.60	2991.70	0.25	0.28	2992.15	0.26	0.03
3500	3489.50	3488.85	0.30	0.32	3489.18	0.31	0.02
4000	3986.75	3986.15	0.33	0.35	3986.45	0.34	0.01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$E_p = ((A-B) / B) \cdot 100$$

$$R_p = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0071x - 14,386$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

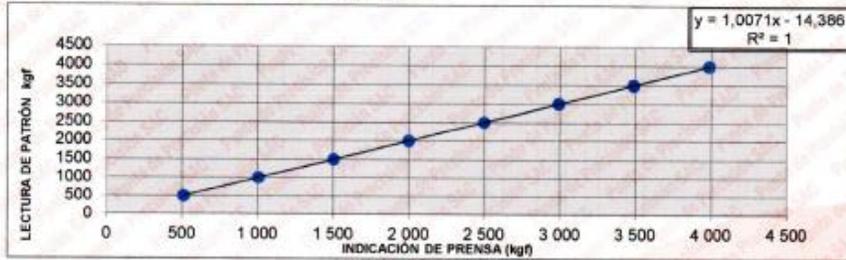
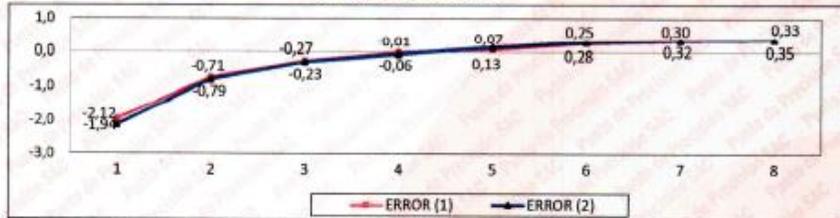


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 661 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : T 053-2021
Fecha de emisión : 2021-02-17

1. Solicitante : GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

Dirección : AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : ANALÓGICO

Marca del Equipo : RR
Modelo del Equipo : H2356
Serie del Equipo : 225814
Capacidad del Equipo : 58 L
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de indicador : NO INDICA
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. CENTRAL NRO. 624 SC. 1, GR. 8 - VILLA EL SALVADOR - LIMA
16 - FEBRERO - 2021

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	28,5	28,5
Humedad %	55	55

7. Conclusiones

La estufa se encuentra fuera de los rangos $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 661 - 2021

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	126,2	129,1	137,0	135,3	127,5	122,7	132,0	113,4	114,2	115,6	125,3	23,6
2	110	125,5	128,2	136,5	130,6	126,5	122,3	132,1	116,1	115,2	116,5	125,0	21,3
4	110	125,8	127,2	137,0	129,2	126,3	122,5	130,0	115,5	116,2	114,3	124,4	22,7
6	110	123,2	125,7	135,7	127,6	127,5	121,4	130,2	115,1	115,9	113,2	123,6	22,5
8	110	129,1	124,5	133,6	126,3	125,0	120,5	126,2	114,9	115,4	115,4	123,1	18,7
10	110	121,0	122,7	130,8	123,9	125,6	119,3	122,3	114,0	114,4	115,5	121,0	16,8
12	110	119,3	120,3	127,3	121,4	126,5	117,4	119,7	113,2	112,9	115,2	119,3	14,4
14	110	119,3	122,5	130,2	121,3	119,5	120,5	122,2	113,2	112,5	114,2	119,5	17,7
16	110	125,5	127,5	130,2	121,5	120,5	120,5	132,5	115,2	112,6	112,5	121,9	20,0
18	110	125,6	128,6	136,2	129,3	121,5	122,3	132,6	113,5	115,3	112,5	123,7	23,7
20	110	125,6	128,5	137,0	130,2	126,3	122,6	132,6	113,6	115,2	113,2	124,5	23,8
22	110	126,5	128,3	135,0	135,6	126,5	122,5	132,4	113,2	115,6	112,5	124,8	23,1
24	110	126,6	127,5	135,3	135,2	121,3	120,3	132,5	113,2	114,5	113,5	124,0	22,1
26	110	123,5	127,4	133,2	135,6	120,5	120,4	132,6	114,6	114,5	114,2	123,7	21,4
28	110	123,6	125,3	130,6	121,5	126,5	120,6	122,5	114,5	114,5	115,5	121,5	16,1
30	110	129,5	125,4	133,5	121,5	125,5	117,3	126,3	114,5	115,9	115,6	122,5	19,0
32	110	121,3	125,6	130,2	123,6	127,5	119,6	126,6	113,2	115,3	112,2	121,5	18,0
34	110	119,5	127,3	127,6	123,5	127,5	119,5	122,5	113,5	115,6	112,2	120,9	15,4
36	110	119,6	122,5	127,6	126,4	127,3	120,3	119,0	115,2	112,5	112,5	120,3	15,1
38	110	123,3	122,5	130,2	126,3	121,5	122,5	119,8	116,5	112,5	113,4	120,9	17,7
40	110	126,4	120,3	130,6	123,5	122,6	122,3	122,2	116,3	112,5	114,5	121,1	18,1
42	110	126,5	120,5	135,4	121,6	123,5	117,5	130,2	113,2	112,5	115,6	121,7	22,9
44	110	125,3	122,6	135,6	130,2	126,5	120,3	130,6	113,4	113,5	114,4	123,3	22,2
46	110	123,5	127,5	130,5	135,8	126,6	120,6	130,2	113,5	114,6	115,6	123,8	22,3
48	110	129,4	129,6	136,3	135,2	127,5	121,2	132,4	114,6	115,6	115,4	125,7	21,7
50	110	123,5	128,5	136,4	130,2	120,5	119,6	132,6	114,5	116,5	115,6	123,8	21,9
52	110	119,5	127,5	135,2	121,4	119,5	120,3	132,5	114,5	116,5	114,5	122,1	20,7
54	110	119,5	122,6	135,2	121,5	121,2	120,3	130,2	113,2	114,5	115,5	121,4	22,0
56	110	121,3	122,4	130,2	130,2	123,5	121,5	126,6	113,5	116,5	114,3	122,0	16,7
58	110	121,5	120,3	127,5	121,3	124,5	121,3	132,5	113,5	114,6	113,2	121,0	19,3
60	110	126,3	122,5	127,7	129,6	126,3	119,5	122,5	115,5	112,5	114,5	121,7	17,1
T. PROM	110,0	123,9	125,2	132,8	127,3	124,5	120,6	128,0	114,3	114,5	114,3	122,5	
T. MAX	110,0	129,5	129,6	137,0	135,8	127,5	122,7	132,6	116,5	116,5	116,5		
T. MIN	110,0	119,3	120,3	127,3	121,3	119,5	117,3	119,0	113,2	112,5	112,2		
DTT	0,0	10,2	9,3	9,7	14,5	8,0	5,4	13,6	3,3	4,0	4,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	137,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	112,2	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	14,5	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	18,5	0,3
Estabilidad Media (±)	7,25	0,02
Uniformidad Media	24,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



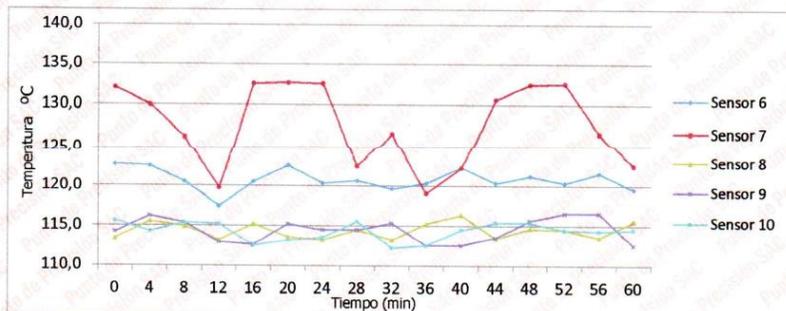
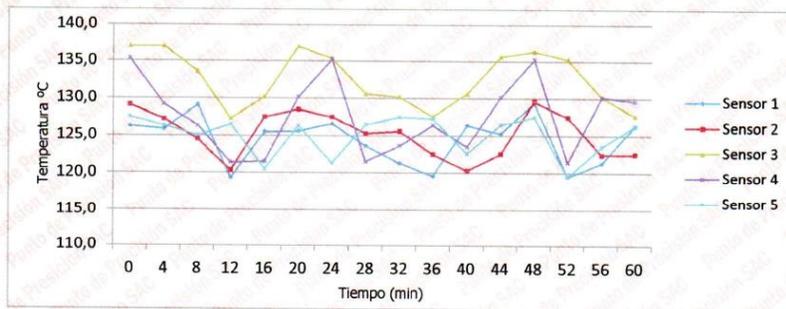
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 661 - 2021

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



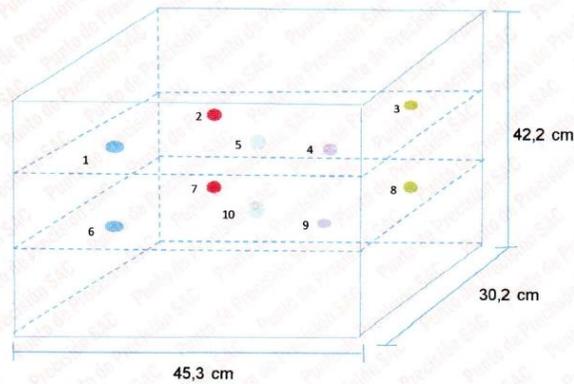
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 661 - 2021

Página : 4 de 4

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

ANEXOS 2: FORMATO DE RECOLECCIÓN

“Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana”

DESCRIPCION						
Calicata						
Muestra						
Profundidad						
Ubicación						
P. T. de la muestra Humedad en su estado Natural						
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO						
- PORCENTAJE TOTAL			- PESO TOTAL			
- GRAVA			- PESO GRAVA, g			
- ARENA			- PESO ARENA, g			
- FINOS			ARENA EMPLEADA, g			
GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)						
MALLAS		RETENIDOS			PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°4	4.760					
N°8	2.380					
N°10	2.000					
N°20	0.840					
N°40	0.426					
N°50	0.297					
N°80	0.177					
N°100	0.149					
N°200	0.074					
-N°200	-					
$D_{10} : 0.074$		$D_{30} : 0.074$		$D_{60} : 0.003$		
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
ENSAYO No.	1	2	3	1	2	
CÁPSULA No.						
PESO CÁPSULA + SUELO HUMEDO, g						
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g						
PESO AGUA, g						
PESO DE LA CÁPSULA, g						
PESO SUELO SECO, g						
CONTENIDO DE HUMEDAD, %						
NÚMERO DE GOLPES						
RESUMEN CARACTERIZACIÓN DEL SUELO						
Límite líquido, %						
Límite plástico, %						
Índice plástico, %						
Clasificación SUCS						
Clasificación AASHTO						
Contenido de humedad, %						

.....
.....

DESCRIPCION							
Calicata							
Muestra							
Profundidad							
Ubicación							
PROCTOR MODIFICADO							
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)							
02 - Peso del Molde (g)							
03 - Peso Suelo Humedo (g)							
04 - Volumen del Molde (cm ³)							
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)							
06 - Tarro N°							
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)							
08 - Peso suelo seco + tarro (g)							
09 - Peso del agua (g)							
10 - Peso del tarro (g)							
11 - Peso suelo seco (g)							
12 - Contenido de Humedad (%)							
13 - Promedio de Humedad (%)							
RESULTADOS DE ENSAYO							
MÉTODO DE COMPACTACIÓN							
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)							
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)							

DESCRIPCION													
Caicata													
Muestra													
Profundidad													
Ubicación													
ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA)													
MOLDE N°													
CAPAS N°		5				5				5			
N° DE GOLPES POR CAPA		56				25				12			
CONDICIÓN DE LA MUESTRA		SIN EMBEBER		EMBEBIDO		SIN EMBEBER		EMBEBIDO		SIN EMBEBER		EMBEBIDO	
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO													
PESO DEL MOLDE, g													
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g													
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³													
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³													
DENSIDAD SECA													
TARA N°													
TARA + SUELO HÚMEDO													
TARA + SUELO SECO													
PESO DEL AGUA													
PESO DE LA TARA													
PESO DEL SUELO SECO													
% DE HUMEDAD													
% PROMEDIO DE HUMEDAD													
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		mm	%		
ABSORCIÓN													
MOLDE N°													
Peso suelo húmedo. + plato + molde													
Peso del plato + molde, g													
Peso suelo húmedo embebido, g													
Peso suelo húm. sin embeber, g													
Peso del agua absorbida, g													
Peso del suelo seco, g													
Absorción de agua, %													
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1				
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²		
0.000	0.000												
0.635	0.025												
1.270	0.050												
1.905	0.075												
2.540	0.100	70.3											
3.810	0.150												
5.080	0.200	105.5											
6.350	0.250												
7.620	0.300												
10.160	0.400												
12.700	0.500												
RESULTADOS DE ENSAYOS													
Proctor Modificado (ASTM D-1557)						CBR (ASTM D-1883)							
Método de Compactación						- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración							
Máxima Densidad Seca, kg/cm ³						C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %							
						C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %							
Óptimo Cont. de Humedad, %						- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración							
						C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %							
						C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %							

HOJA DE VALIDACIÓN

Título de investigación: Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana.

Apellido y Nombre del investigador:
Quiroz Curasma Luis Guillermo

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO	CIP	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	FIRMA Y SELLO DEL EXPERTO
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE	263117	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de granulometría • Formato de límite de consistencia 	 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 263117
VICENTE NICOLAS PADILLA AYCHO	177469	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de contenido de humedad • Formato de Proctor Modificado 	 PADILLA AYCHO VICENTE NICOLAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 177469
YADIRA ENRIQUEZ MINAYA	63101	<ul style="list-style-type: none"> • Formato de CBR 	 YADIRA ENRIQUEZ MINAYA ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Reg. CIP N°63101

ANEXOS 3: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-oct-2021

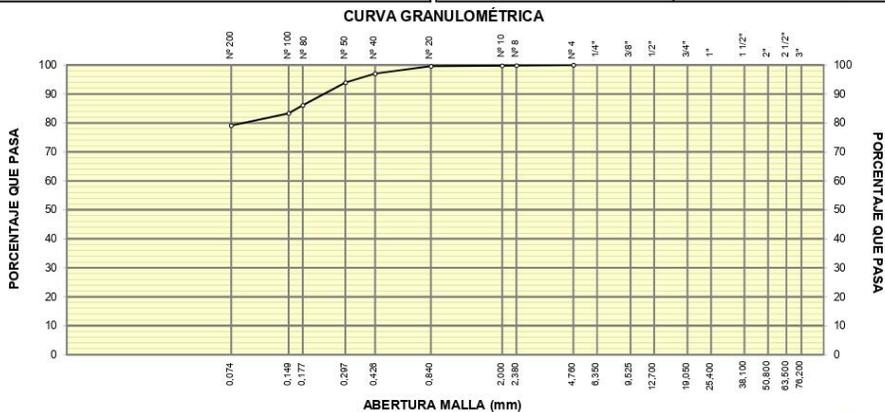
REFERENCIAS

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA 0%

GRANULOMETRÍA					DESCRIPCIÓN DEL SUELO		
NTP 339.128 (99)							
MALLAS		RETENIDOS					CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	PASA (%)		
3"	76.200					Arcilla inorgánica de alta compresibilidad. Un 20.9% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 79.1%, altamente plástico (LL= 53.1%, IP= 28.2%); húmedo.	
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
N° 4	4.760				100.0		
N° 8	2.380	0.7	0.2	0.2	99.8	LÍMITE LÍQUIDO, % NTP 339.129 (99) : 53.1 LÍMITE PLÁSTICO, % NTP 339.129 (99) : 24.9 ÍNDICE PLÁSTICO, % NTP 339.129 (99) : 28.2 CLASIFICACIÓN SUCS NTP 339.135 (99) : CH CLASIFICACIÓN AASHTO NTP 339.134 (99) : A-7-6 (23) CONTENIDO DE HUMEDAD, % NTP 339.127 (98) : 17.4	
N° 10	2.000	0.6	0.1	0.3	99.7		
N° 20	0.840	0.6	0.1	0.4	99.6		
N° 40	0.426	10.5	2.6	3.0	97.0		
N° 50	0.297	12.7	3.1	6.1	93.9		
N° 80	0.177	31.5	7.8	13.9	86.1		
N° 100	0.149	11.5	2.8	16.7	83.3		
N° 200	0.074	16.9	4.2	20.9	79.1		
- N° 200	-	321.1	79.1	100.0	-		
D₁₀ : 0.074		D₃₀ : 0.074		D₆₀ : 0.003			



Referencia: ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

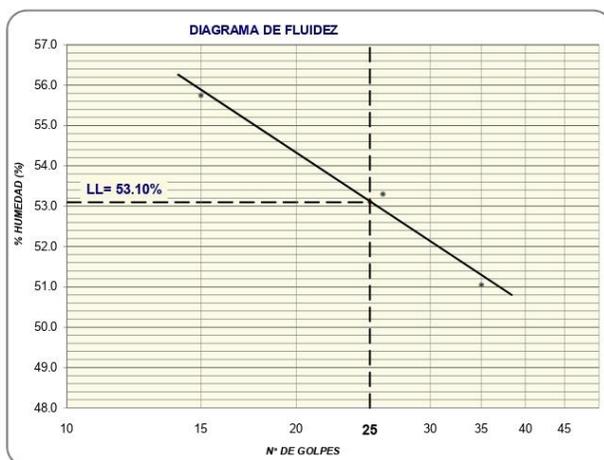

JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO	: 240/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 2-oct-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-01	CENIZA	0%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3		
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.65	30.85	31.16	23.49	20.25
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.06	5.25	6.34	1.80	1.56
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	55.75	53.30	51.05	24.90	24.96
NÚMERO DE GOLPES	15	26	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	53.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	24.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	28.2

OBSERVACIONES:
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO : **240/2051.GEOSUR**
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : **C-01** CENIZA : 0%
 MUESTRA : **M-01** PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

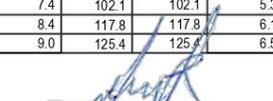
MOLDE N°	12		13		14	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9279.0	9515.0	9130.0	9406.0	8873.0	9186.0
PESO DEL MOLDE, g	5095.0	5095.0	5048.0	5048.0	5115.0	5115.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4184.0	4420.0	4082.0	4358.0	3758.0	4071.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2058.0	2340.6	2103.0	2543.1	2104.0	2752.9
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	2.033	1.888	1.941	1.714	1.786	1.479
DENSIDAD SECA	1.760	1.554	1.675	1.393	1.565	1.186
TARA N°	3	4	12	11	15	21
TARA + SUELO HÚMEDO	516.9	600.2	572.7	617.0	540.4	637.2
TARA + SUELO SECO	474.1	530.6	522.1	531.1	495.5	550.6
PESO DEL AGUA	42.8	69.6	50.6	85.9	44.9	86.6
PESO DE LA TARA	188.7	206.9	188.8	187.4	197.6	200.0
PESO DEL SUELO SECO	285.4	323.7	333.3	343.7	297.9	350.6
% DE HUMEDAD	15.00	21.50	15.18	25.00	15.07	24.70
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.0	21.5	15.2	23.0	15.1	24.7

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2020	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
05/07/2020	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.73	0.950	24.13	20.93	1.400	35.56	30.84

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	12	13	14
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11575.0	11470.0	11217.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4420.0	4358.0	4071.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4184.0	4082.0	3758.0
Peso del agua absorbida, g	236.0	276.0	313.0
Peso del suelo seco, g	3638.3	3543.4	3265.0
Absorción de agua, %	6.5	7.8	9.6

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		15.1	15.1	0.8	13.5	13.5	0.7	7.0	7.0	0.4
1.270	0.050		37.2	37.2	1.9	28.3	28.3	1.5	17.5	17.5	0.9
1.905	0.075		57.7	57.7	3.0	43.9	43.9	2.3	28.1	28.1	1.5
2.540	0.100	70.3	80.9	80.9	4.2	60.9	60.9	3.1	39.8	39.8	2.1
3.810	0.150		120.6	120.6	6.2	87.0	87.0	4.5	58.9	58.9	3.0
5.080	0.200	105.5	151.8	151.8	7.8	112.5	112.5	5.8	76.2	76.2	3.9
6.350	0.250		173.6	173.6	9.0	129.6	129.6	6.7	90.2	90.2	4.7
7.620	0.300		191.6	191.6	9.9	143.4	143.4	7.4	102.1	102.1	5.3
10.160	0.400		217.7	217.7	11.2	163.4	163.4	8.4	117.8	117.8	6.1
12.700	0.500		231.4	231.4	12.0	173.2	173.2	9.0	125.4	125.4	6.5

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

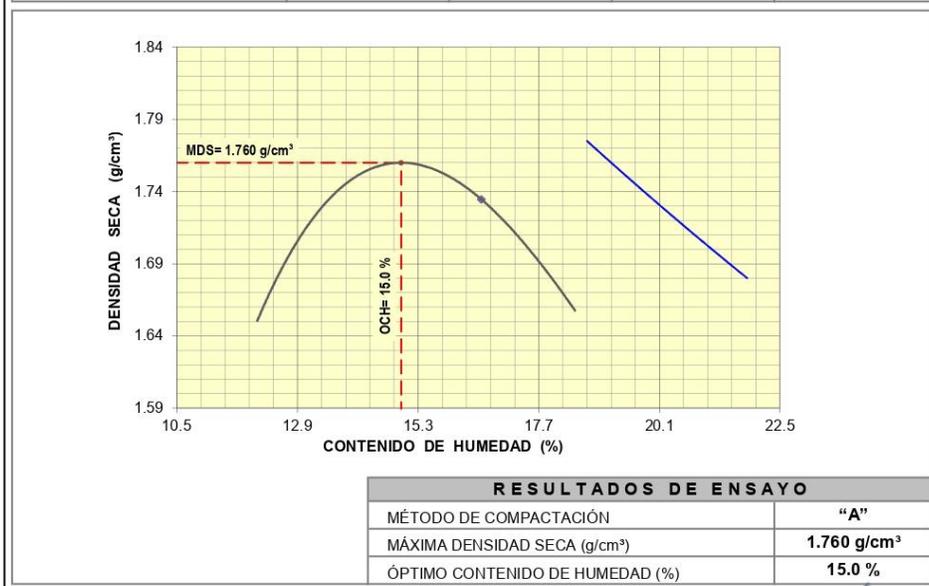
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2051.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5594.0	5700.0	5709.0	5661.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1794.0	1900.0	1909.0	1861.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.900	2.013	2.022	1.971				
06 - Tarro N°								
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	584.3	513.2	553.5	575.3	601.7	606.0	598.8	591.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	541.6	477.0	508.7	526.5	543.9	547.5	535.5	530.3
09 - Peso del agua (g)	42.7	36.2	44.8	48.8	57.8	58.5	63.3	61.1
10 - Peso del tarro (g)	203.1	189.4	200.0	189.8	195.3	193.9	188.0	195.1
11 - Peso suelo seco (g)	338.5	287.6	308.7	336.7	348.6	353.6	347.5	335.2
12 - Contenido de Humedad (%)	12.61	12.59	14.51	14.49	16.58	16.54	18.22	18.23
13 - Promedio de Humedad (%)	12.6	14.5	16.6	18.2				
	1.687	1.758	1.734	1.668				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

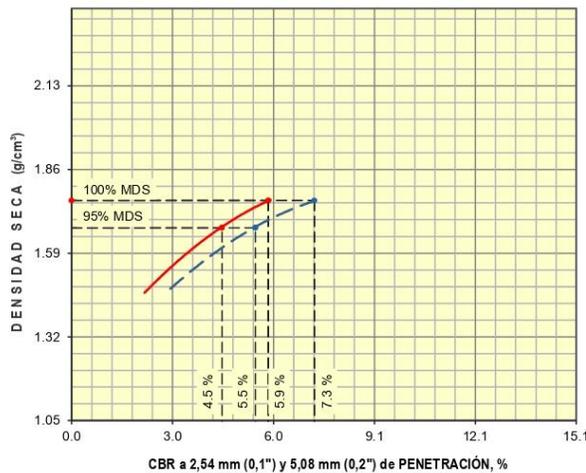
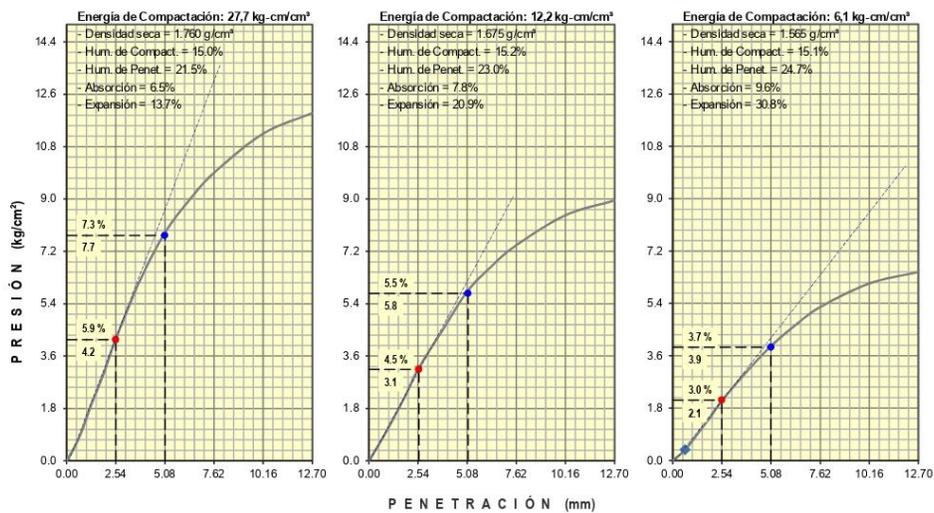
REGISTRO : 240/2051.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-01
 MUESTRA : M-01

CENIZA : 0%

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50



RESULTADOS DE ENSAYOS
 Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm ³	1.760
- Optimo Cont. de Humedad, %	15.0

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	5.9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.5
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	7.3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	5.5

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:

MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

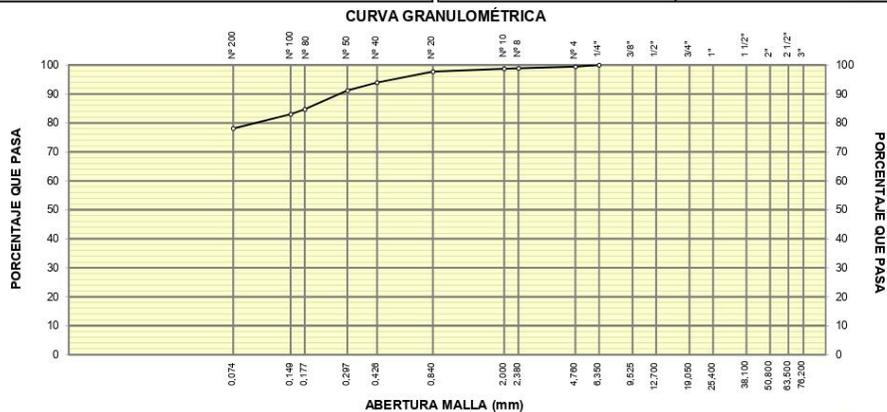
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA 0%

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
MALLAS		RETENIDOS			PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350				100.0	
Nº 4	4.760	3.4	0.6	0.6	99.4	
Nº 8	2.380	3.0	0.5	1.1	98.9	
Nº 10	2.000	1.1	0.2	1.3	98.7	
Nº 20	0.840	5.7	1.0	2.3	97.7	
Nº 40	0.426	21.8	3.8	6.1	93.9	
Nº 50	0.297	15.8	2.7	8.8	91.2	
Nº 80	0.177	37.4	6.5	15.3	84.7	
Nº 100	0.149	9.6	1.7	17.0	83.0	
Nº 200	0.074	28.1	4.9	21.9	78.1	
- Nº 200	-	449.9	78.1	100.0	-	

DESCRIPCIÓN DEL SUELO			
Arcilla inorgánica de alta compresibilidad . Un 21.3% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla Nº200 en un 78.1%, altamente plástico (LL= 51.1%, IP= 25.7%); húmedo.			
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Límite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	51.1	
Límite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	25.4	
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	25.7	
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	CH	
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-7-6 (21)	
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	16.2	
OBSERVACIONES:			
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.6 %	- PESO TOTAL	572.5 g
- ARENA	21.3 %	- PESO GRAVA, g	3.4 g
- FINOS	78.1 %	- PESO ARENA, g	569.1 g
		- ARENA EMPLEADA, g	572.5 g

D₁₀ : 0.074	D₃₀ : 0.074	D₆₀ : 0.006
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------



Referencia: ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates

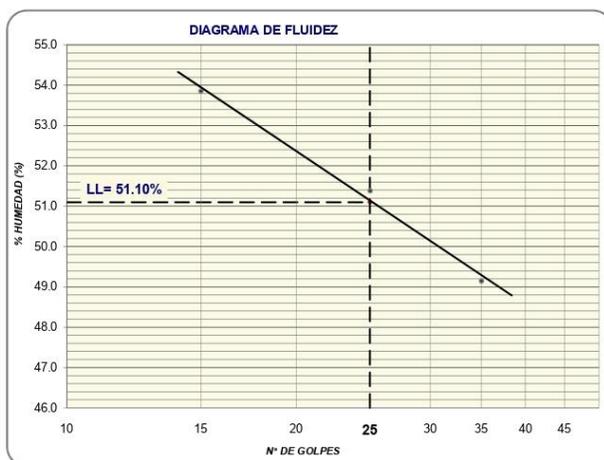

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 2-oct-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-02	CENIZA 0%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3		
CÁPSULA No.	16	14	3	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.47	33.82	28.74	21.75	23.25
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	6.85	6.69	5.48	1.42	1.64
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.90	14.11	12.11	14.72	15.17
PESO SUELO SECO, g	12.72	13.02	11.15	5.61	6.44
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	53.85	51.38	49.15	25.31	25.47
NÚMERO DE GOLPES	15	25	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	51.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	25.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	25.7

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

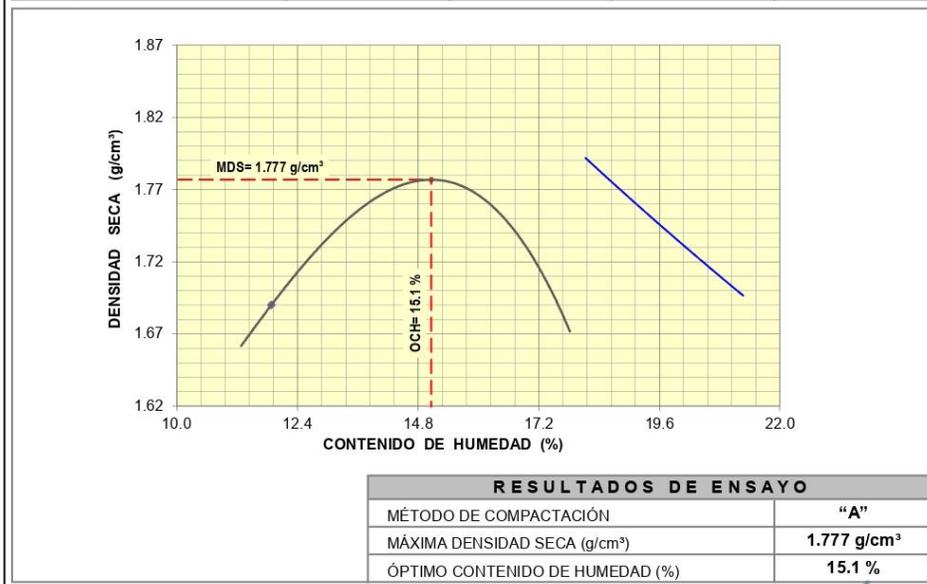
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

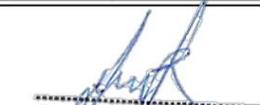
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50
 CENIZA : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5585.0	5690.0	5735.0	5674.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1785.0	1890.0	1935.0	1874.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.891	2.002	2.050	1.985				
06 - Tarro N°	13	16	22	17	31	24	25	30
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	709.4	725.1	716.2	716.9	699.4	700.1	703.8	697.7
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	655.5	670.0	652.3	652.6	631.2	631.8	627.4	624.1
09 - Peso del agua (g)	53.9	55.1	63.9	64.3	68.2	68.3	76.4	73.6
10 - Peso del tarro (g)	203.1	204.6	189.4	184.8	200.1	200.8	195.1	205.2
11 - Peso suelo seco (g)	452.4	465.4	462.9	467.8	431.1	431.0	432.3	418.9
12 - Contenido de Humedad (%)	11.91	11.84	13.80	13.75	15.82	15.85	17.67	17.57
13 - Promedio de Humedad (%)	11.9	11.8	13.8	13.75	15.8	15.85	17.6	17.5
	1.690	1.759	1.770	1.688				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02 CENIZA : 0%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	7		13		15	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9076.0	9257.0	9139.0	9427.0	8708.0	9021.0
PESO DEL MOLDE, g	4832.0	4832.0	5048.0	5048.0	4950.0	4950.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4244.0	4425.0	4091.0	4379.0	3758.0	4071.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2075.0	2357.4	2103.0	2543.1	2073.0	2721.9
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	2.045	1.877	1.945	1.722	1.813	1.496
DENSIDAD SECA	1.777	1.564	1.690	1.398	1.575	1.199
TARA N°	5	2	11	9	16	1
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	584.7	528.9	698.5	562.8	652.3
TARA + SUELO SECO	536.9	519.0	484.1	605.4	515.7	561.2
PESO DEL AGUA	49.9	65.7	44.8	93.1	47.1	91.1
PESO DE LA TARA	206.2	190.5	187.4	203.9	204.6	192.4
PESO DEL SUELO SECO	330.7	328.5	296.7	401.5	311.1	368.8
% DE HUMEDAD	15.09	20.00	15.10	23.20	15.14	24.70
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.1	20.0	15.1	23.2	15.1	24.7

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			pulg	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.61	0.950	24.13	20.93	1.400	35.56	31.30			

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	7	13	15
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11580.0	11491.0	11217.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4425.0	4379.0	4071.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4244.0	4091.0	3758.0
Peso del agua absorbida, g	181.0	288.0	313.0
Peso del suelo seco, g	3687.2	3554.3	3265.0
Absorción de agua, %	4.9	8.1	9.6

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		14.7	14.7	0.8	12.5	12.5	0.6	9.4	9.4	0.5
1.270	0.050		32.0	32.0	1.7	26.6	26.6	1.4	19.7	19.7	1.0
1.905	0.075		50.5	50.5	2.6	40.2	40.2	2.1	30.0	30.0	1.5
2.540	0.100	70.3	71.5	71.5	3.7	53.7	53.7	2.8	42.7	42.7	2.2
3.810	0.150		103.2	103.2	5.3	80.6	80.6	4.2	62.1	62.1	3.2
5.080	0.200	105.5	128.0	128.0	6.6	101.5	101.5	5.2	77.7	77.7	4.0
6.350	0.250		147.7	147.7	7.6	119.4	119.4	6.2	90.7	90.7	4.7
7.620	0.300		163.7	163.7	8.5	132.6	132.6	6.9	99.8	99.8	5.2
10.160	0.400		185.6	185.6	9.6	151.5	151.5	7.8	112.3	112.3	5.8
12.700	0.500		195.3	195.3	10.1	159.5	159.5	8.2	118.4	118.4	6.1

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

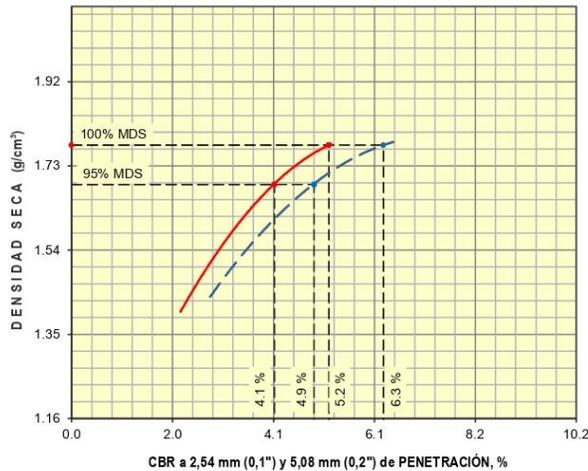
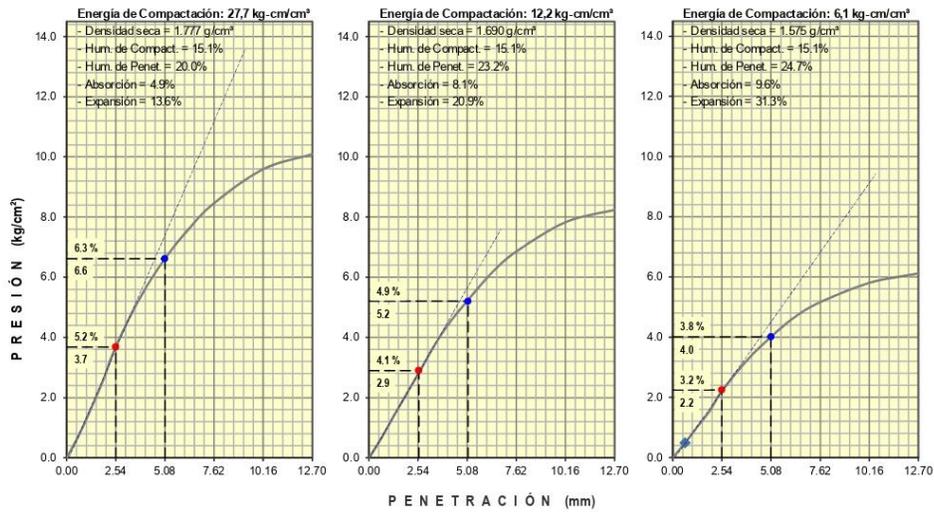
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 0%



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.777
- Optimo Cont. de Humedad, %	15.1

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	5.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.1
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	6.3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.9

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

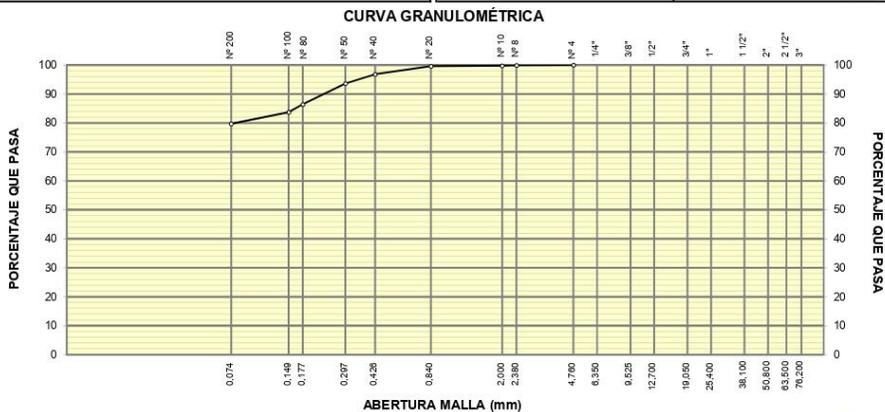
NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 2-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : C-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA 0%

GRANULOMETRÍA					DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
NTP 339.128 (99)						
MALLAS		RETENIDOS				
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	PASA (%)	<p>Arcilla inorgánica de alta compresibilidad. Un 20.3% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 79.7%, altamente plástico (LL= 54.2%, IP= 29.5%); húmedo.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">CARACTERIZACIÓN DEL SUELO</p> <p>Límite líquido, % NTP 339.129 (99) : 54.2 Límite plástico, % NTP 339.129 (99) : 24.7 Índice plástico, % NTP 339.129 (99) : 29.5 Clasificación SUCS NTP 339.135 (99) : CH Clasificación AASHTO NTP 339.134 (99) : A-7-6 (25)</p> <p>Contenido de humedad, % NTP 339.127 (98) : 17.9</p> <hr/> <p>OBSERVACIONES:</p>
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N° 4	4.760				100.0	
N° 8	2.380	0.5	0.1	0.1	99.9	
N° 10	2.000	1.1	0.2	0.3	99.7	
N° 20	0.840	0.4	0.1	0.4	99.6	
N° 40	0.426	13.6	2.8	3.2	96.8	
N° 50	0.297	15.4	3.2	6.4	93.6	
N° 80	0.177	34.8	7.2	13.6	86.4	
N° 100	0.149	13.2	2.7	16.3	83.7	
N° 200	0.074	19.2	4.0	20.3	79.7	
- N° 200	-	384.4	79.7	100.0	-	
D₁₀ : 0.074		D₃₀ : 0.074		D₆₀ : 0.002		



Referencia: ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates


JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

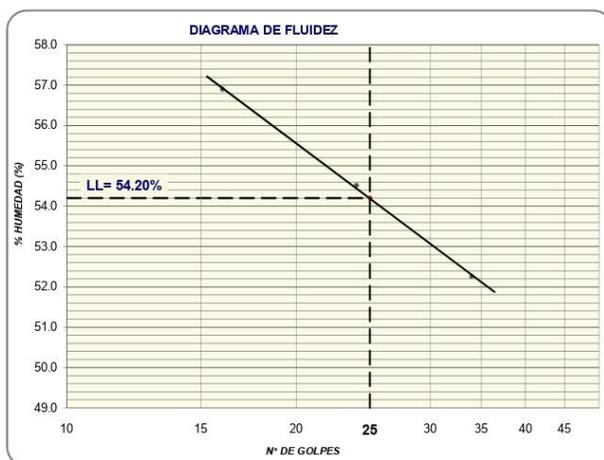
Av. Central N°624 - Villa el Salvador - Lima - Lima, Celular: 941868499 - e-mail: jdpelaezq@geosurlab.com

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 2-oct-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-03	CENIZA 0%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	37	22	30	11	36
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.42	30.90	27.62	20.78	25.24
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	24.81	25.35	22.41	19.27	23.40
PESO AGUA, g	5.61	5.55	5.21	1.51	1.84
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.95	15.17	12.44	13.17	15.94
PESO SUELO SECO, g	9.86	10.18	9.97	6.10	7.46
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	56.90	54.52	52.26	24.75	24.66
NÚMERO DE GOLPES	16	24	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	54.2
LÍMITE PLÁSTICO, %	24.7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	29.5

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

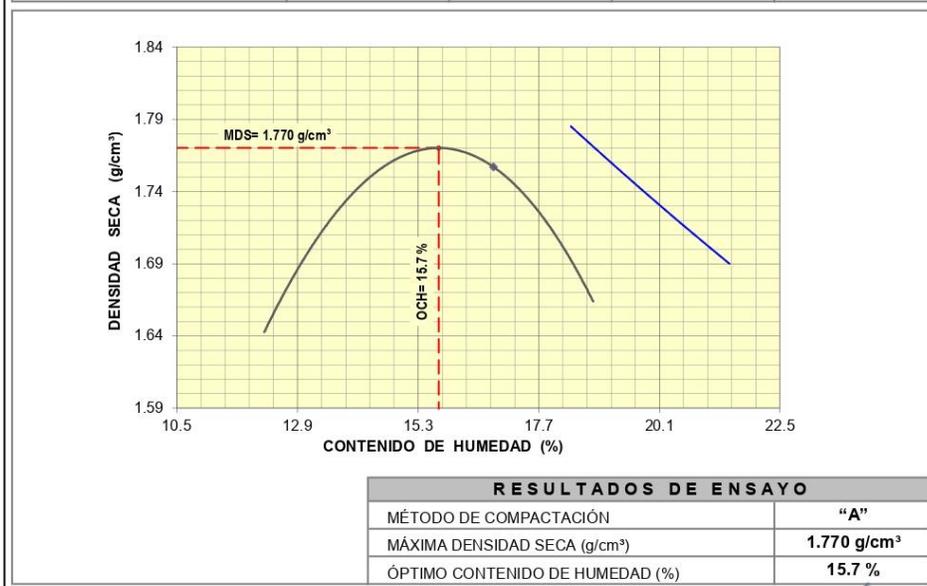
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 0%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5592.0	5706.0	5737.0	5678.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1792.0	1906.0	1937.0	1878.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.898	2.019	2.052	1.989				
06 - Tarro N°	16	27	19	30	15	13	8	32
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	705.9	724.6	715.9	741.3	717.7	697.7	722.4	718.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	648.9	664.6	648.2	672.3	642.9	626.6	641.5	637.9
09 - Peso del agua (g)	57.0	60.0	67.7	69.0	74.8	71.1	80.9	80.2
10 - Peso del tarro (g)	204.6	198.0	187.9	205.2	197.6	203.1	206.8	205.4
11 - Peso suelo seco (g)	444.3	466.6	460.3	467.1	445.3	423.5	434.7	432.5
12 - Contenido de Humedad (%)	12.83	12.86	14.71	14.77	16.80	16.79	18.61	18.54
13 - Promedio de Humedad (%)	12.8	14.7	16.8	18.6				
	1.683	1.760	1.757	1.677				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO : **240/2021.GEOSUR**
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : **C-03** CENIZA : 0%
 MUESTRA : **M-01** PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	15		16		18	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		24		13	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9192.0	9409.0	8994.0	9302.0	8878.0	9213.0
PESO DEL MOLDE, g	4950.0	4950.0	4957.0	4957.0	5009.0	5009.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4242.0	4459.0	4037.0	4345.0	3869.0	4204.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2073.0	2355.7	2077.0	2517.0	2131.0	2779.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	2.046	1.893	1.944	1.726	1.816	1.512
DENSIDAD SECA	1.770	1.558	1.683	1.389	1.572	1.205
TARA N°	7	17	20	18	10	19
TARA + SUELO HÚMEDO	685.9	590.9	721.6	704.1	718.4	656.4
TARA + SUELO SECO	618.9	519.0	651.9	605.4	647.3	561.2
PESO DEL AGUA	67.0	71.9	69.7	98.7	71.1	95.2
PESO DE LA TARA	188.4	184.8	203.1	199.4	189.6	187.9
PESO DEL SUELO SECO	430.5	334.2	448.8	406.0	457.7	373.3
% DE HUMEDAD	15.56	21.50	15.53	24.30	15.53	25.50
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.6	21.5	15.5	24.3	15.5	25.5

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			pulg	mm	%	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%	
11/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
15/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.64	0.950	24.13	21.19	1.400	35.56	30.45			

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	15	16	18
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11614.0	11457.0	11350.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4459.0	4345.0	4204.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4242.0	4037.0	3869.0
Peso del agua absorbida, g	217.0	308.0	335.0
Peso del suelo seco, g	3669.6	3495.2	3349.8
Absorción de agua, %	5.9	8.8	10.0

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		18.3	18.3	0.9	14.4	14.4	0.7	10.5	10.5	0.5
1.270	0.050		37.9	37.9	2.0	30.8	30.8	1.6	22.2	22.2	1.1
1.905	0.075		57.2	57.2	3.0	47.2	47.2	2.4	35.0	35.0	1.8
2.540	0.100	70.3	80.8	80.8	4.2	63.2	63.2	3.3	47.5	47.5	2.5
3.810	0.150		120.1	120.1	6.2	93.0	93.0	4.8	70.0	70.0	3.6
5.080	0.200	105.5	146.6	146.6	7.6	115.5	115.5	6.0	85.8	85.8	4.4
6.350	0.250		168.5	168.5	8.7	131.8	131.8	6.8	100.0	100.0	5.2
7.620	0.300		185.9	185.9	9.6	144.4	144.4	7.5	110.8	110.8	5.7
10.160	0.400		210.3	210.3	10.9	162.4	162.4	8.4	125.0	125.0	6.5
12.700	0.500		221.4	221.4	11.4	170.2	170.2	8.8	131.9	131.9	6.8

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

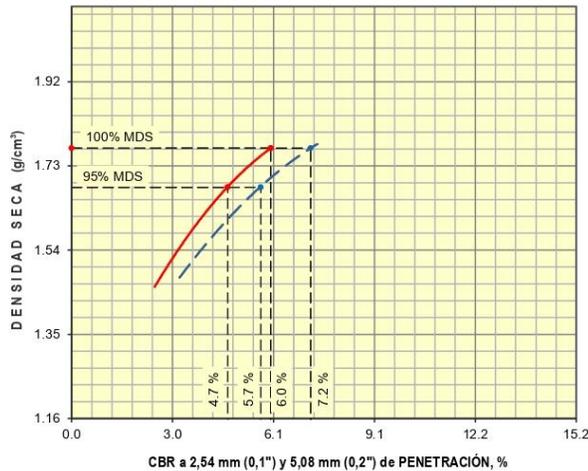
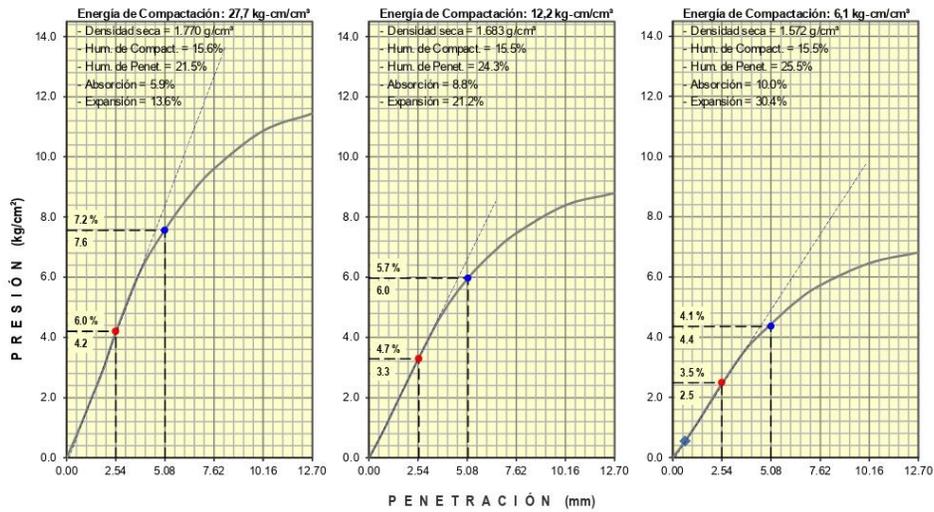
SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

CENIZA : 0%

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.770
- Optimo Cont. de Humedad, %	15.7

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	6.0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	7.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	5.7

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

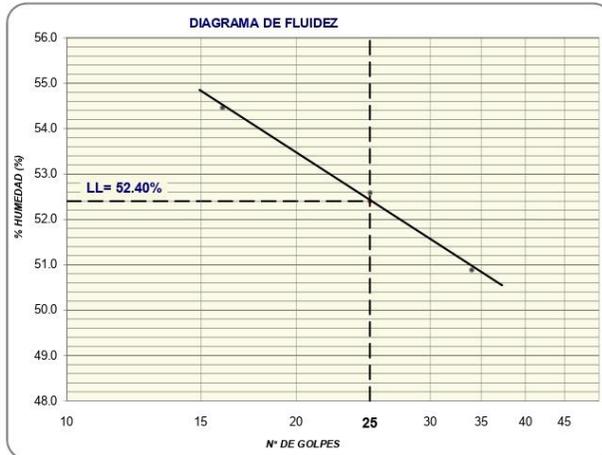
Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
TESES : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 2-oct-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-02	CENIZA 10%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3		
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.51	30.78	31.14	23.75	20.47
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	5.92	5.18	6.32	2.06	1.78
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	54.46	52.59	50.89	28.49	28.48
NÚMERO DE GOLPES	16	25	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	52.4
LÍMITE PLÁSTICO, %	28.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	23.9

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

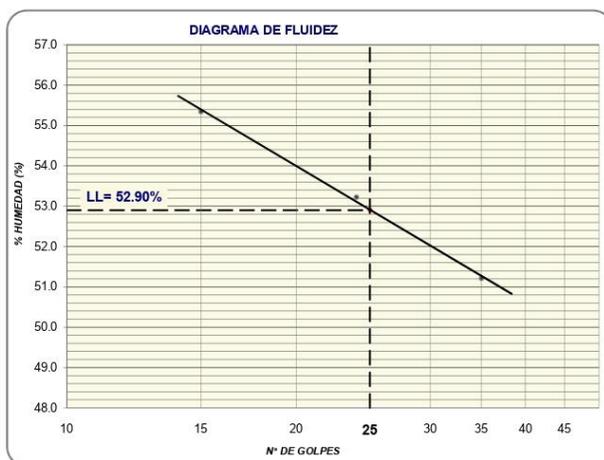

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 21-nov.-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-02	CENIZA 10%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3		
CÁPSULA No.	16	14	3	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.66	34.06	28.97	21.94	23.46
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	7.04	6.93	5.71	1.61	1.85
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.90	14.11	12.11	14.72	15.17
PESO SUELO SECO, g	12.72	13.02	11.15	5.61	6.44
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	55.35	53.23	51.21	28.70	28.73
NÚMERO DE GOLPES	15	24	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	52.9
LÍMITE PLÁSTICO, %	28.7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	24.2

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

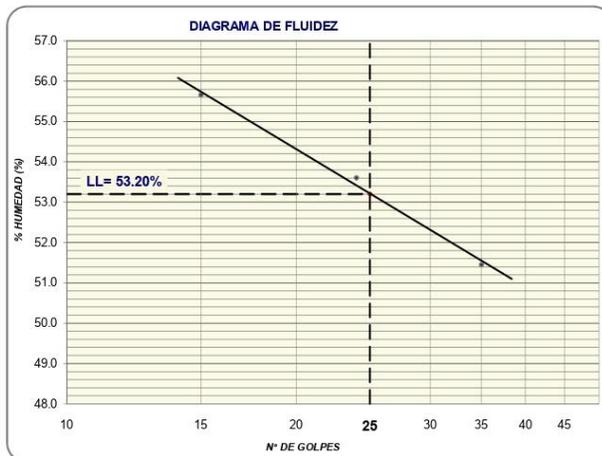

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 21-nov.-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-02	CENIZA 10%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3		
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.64	30.88	31.21	23.84	20.54
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.05	5.28	6.39	2.15	1.85
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	55.66	53.60	51.45	29.74	29.60
NÚMERO DE GOLPES	15	24	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	53.2
LÍMITE PLÁSTICO, %	29.7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	23.5

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

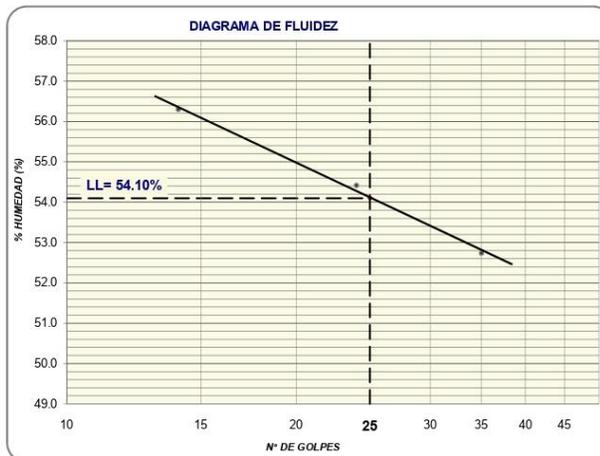

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 2-oct-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-02	CENIZA 15%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.71	30.96	31.37	24.02	20.70
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.12	5.36	6.55	2.33	2.01
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	56.30	54.42	52.74	32.23	32.16
NÚMERO DE GOLPES	14	24	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	54.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	32.2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	21.9

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

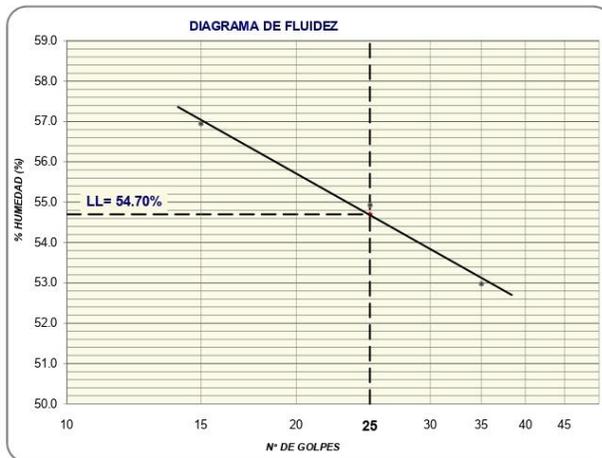

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 21-nov.-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-02	CENIZA 15%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3		
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.78	31.01	31.40	23.96	20.65
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.19	5.41	6.58	2.27	1.96
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	56.95	54.92	52.98	31.40	31.36
NÚMERO DE GOLPES	15	25	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	54.7
LÍMITE PLÁSTICO, %	31.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	23.3

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

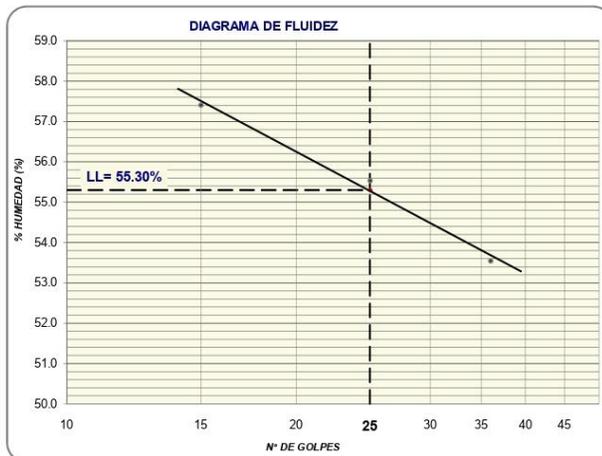

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO	: 240/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 21-nov.-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-02	CENIZA	15%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.83	31.07	31.47	24.01	20.70
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.24	5.47	6.65	2.32	2.01
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	57.41	55.53	53.54	32.09	32.16
NÚMERO DE GOLPES	15	25	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	55.3
LÍMITE PLÁSTICO, %	32.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	23.2

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

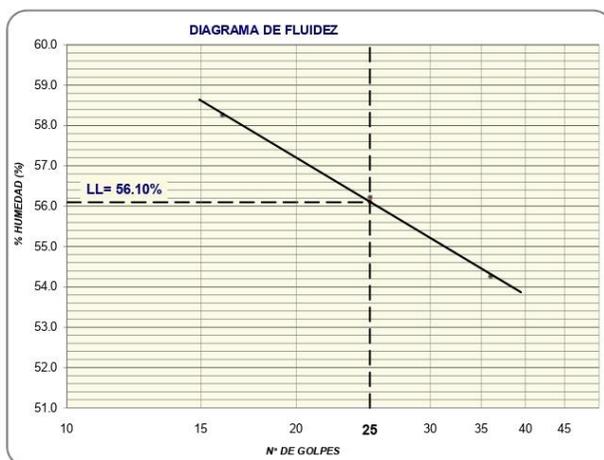

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO	: 240/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 21-nov.-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-02	CENIZA	20%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3		
CÁPSULA No.	16	14	3	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	33.03	34.45	29.31	22.33	23.91
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	7.41	7.32	6.05	2.00	2.30
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.90	14.11	12.11	14.72	15.17
PESO SUELO SECO, g	12.72	13.02	11.15	5.61	6.44
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	58.25	56.22	54.26	35.65	35.71
NÚMERO DE GOLPES	16	25	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	56.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	35.7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	20.4

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

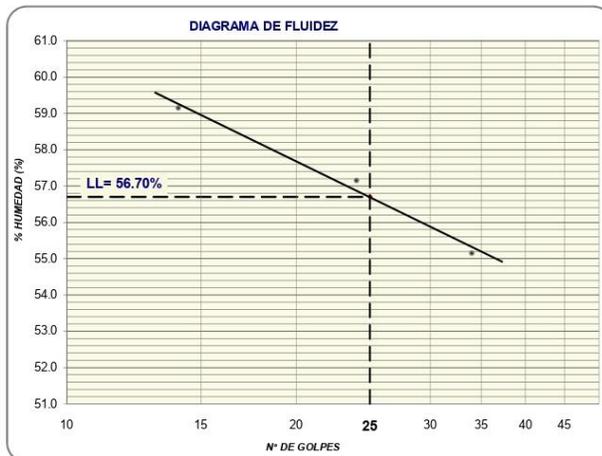

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 21-nov.-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-02	CENIZA 20%
MUESTRA : M-01	PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.02	31.23	31.67	24.29	20.93
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.43	5.63	6.85	2.60	2.24
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	59.15	57.16	55.15	35.96	35.84
NÚMERO DE GOLPES	14	24	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	56.7
LÍMITE PLÁSTICO, %	35.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	20.8

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).

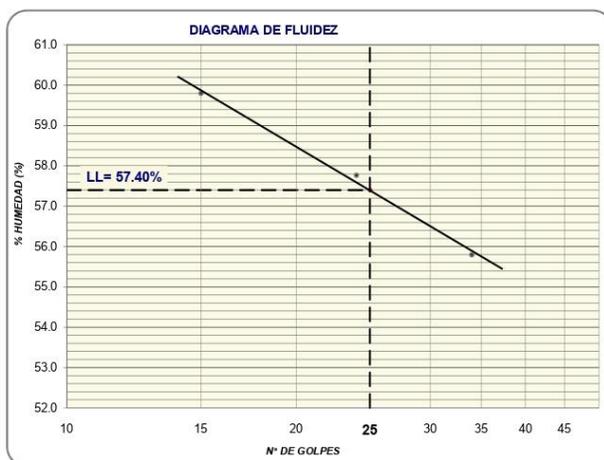

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA	REGISTRO	: 240/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 21-nov.-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-02	CENIZA	20%
MUESTRA	: M-01	PROFUNDIDAD (m):	0.00 - 1.50

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.09	31.29	31.75	24.38	21.01
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.50	5.69	6.93	2.69	2.32
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.72	15.75	12.40	14.46	12.44
PESO SUELO SECO, g	10.87	9.85	12.42	7.23	6.25
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	59.80	57.77	55.80	37.21	37.12
NÚMERO DE GOLPES	15	24	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	57.4
LÍMITE PLÁSTICO, %	37.2
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	20.2

OBSERVACIONES:

Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

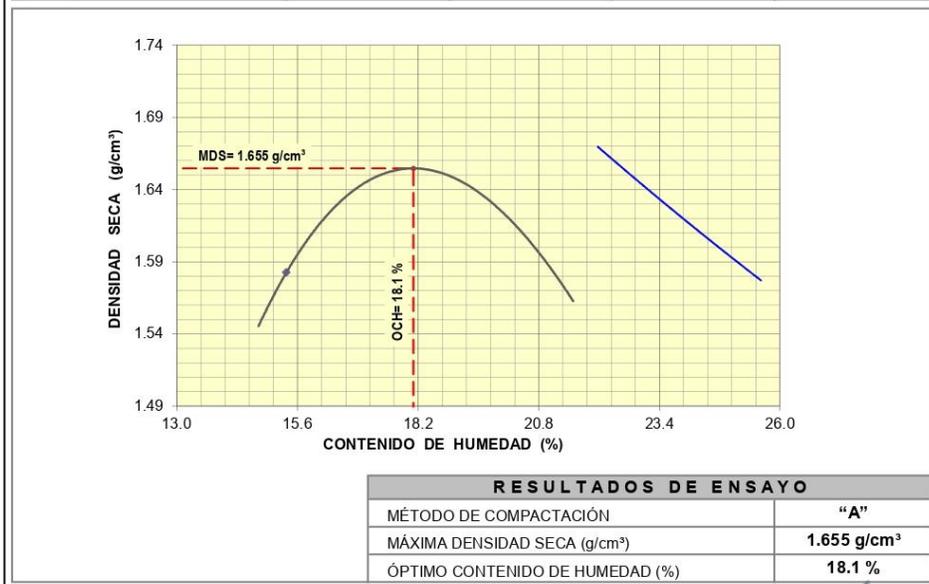
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

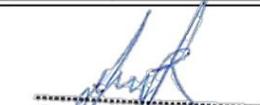
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50
 CENIZA : 10%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5523.0	5628.0	5649.0	5601.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1723.0	1828.0	1849.0	1801.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.825	1.936	1.959	1.908				
06 - Tarro N°	12	15	21	16	30	23	22	33
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	692.7	708.1	713.9	704.1	689.4	711.7	702.6	907.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	625.6	640.1	637.9	630.1	610.6	626.5	612.3	780.9
09 - Peso del agua (g)	67.1	68.0	76.0	74.0	78.8	85.2	90.3	126.3
10 - Peso del tarro (g)	188.8	197.6	200.0	204.6	205.2	188.0	189.4	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	436.8	442.5	437.9	425.5	405.4	438.5	422.9	592.2
12 - Contenido de Humedad (%)	15.36	15.37	17.36	17.39	19.44	19.43	21.35	21.33
13 - Promedio de Humedad (%)	15.4	17.4	19.4	21.3				
	1.581	1.649	1.641	1.573				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : **240/2021.GEOSUR**
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : **C-02**
 MUESTRA : **M-01** PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CENIZA : 10%

MOLDE N°	8		12		13	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		24		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	8522.0	8566.0	8902.0	8983.0	8711.0	8820.0
PESO DEL MOLDE, g	4195.0	4195.0	5095.0	5095.0	5048.0	5048.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4327.0	4371.0	3807.0	3888.0	3663.0	3772.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2212.0	2494.5	2058.0	2498.2	2103.0	2751.6
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.956	1.752	1.850	1.556	1.742	1.371
DENSIDAD SECA	1.655	1.468	1.565	1.289	1.475	1.127
TARA N°	4	3	13	8	14	2
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	583.1	528.9	687.9	562.8	641.3
TARA + SUELO SECO	528.2	519.0	478.7	605.4	507.9	561.2
PESO DEL AGUA	58.6	64.1	50.2	82.5	54.9	80.1
PESO DE LA TARA	206.9	188.7	203.1	206.8	204.9	190.5
PESO DEL SUELO SECO	321.3	330.3	275.6	398.6	303.0	370.7
% DE HUMEDAD	18.24	19.40	18.21	20.70	18.12	21.60
% PROMEDIO DE HUMEDAD	18.2	19.4	18.2	20.7	18.1	21.6

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	12.77	0.950	24.13	21.39	1.400	35.56	30.84

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	8	12	13
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11526.0	11000.0	10918.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4371.0	3888.0	3772.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4327.0	3807.0	3663.0
Peso del agua absorbida, g	44.0	81.0	109.0
Peso del suelo seco, g	3660.7	3220.8	3101.6
Absorción de agua, %	1.2	2.5	3.5

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		28.2	28.2	1.5	22.1	22.1	1.1	16.2	16.2	0.8
1.270	0.050		65.4	65.4	3.4	46.9	46.9	2.4	32.3	32.3	1.7
1.905	0.075		103.7	103.7	5.4	71.1	71.1	3.7	51.2	51.2	2.6
2.540	0.100	70.3	149.0	149.0	7.7	100.1	100.1	5.2	66.0	66.0	3.4
3.810	0.150		215.5	215.5	11.1	148.4	148.4	7.7	100.4	100.4	5.2
5.080	0.200	105.5	270.3	270.3	14.0	191.5	191.5	9.9	127.0	127.0	6.6
6.350	0.250		303.5	303.5	15.7	222.0	222.0	11.5	148.8	148.8	7.7
7.620	0.300		331.2	331.2	17.1	244.9	244.9	12.7	166.6	166.6	8.6
10.160	0.400		369.5	369.5	19.1	276.3	276.3	14.3	194.6	194.6	10.1
12.700	0.500		384.0	384.0	19.8	290.2	290.2	15.0	210.4	210.4	10.9

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

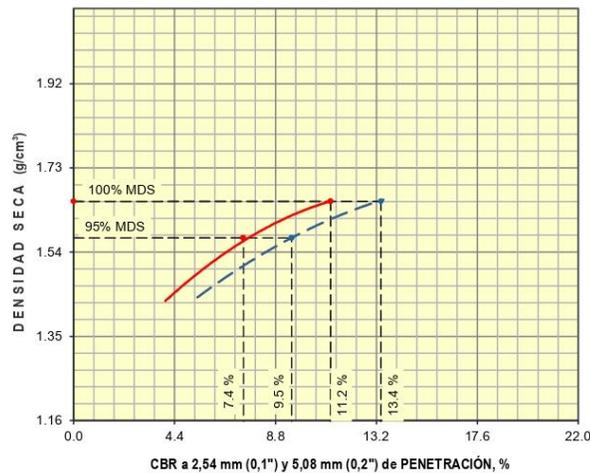
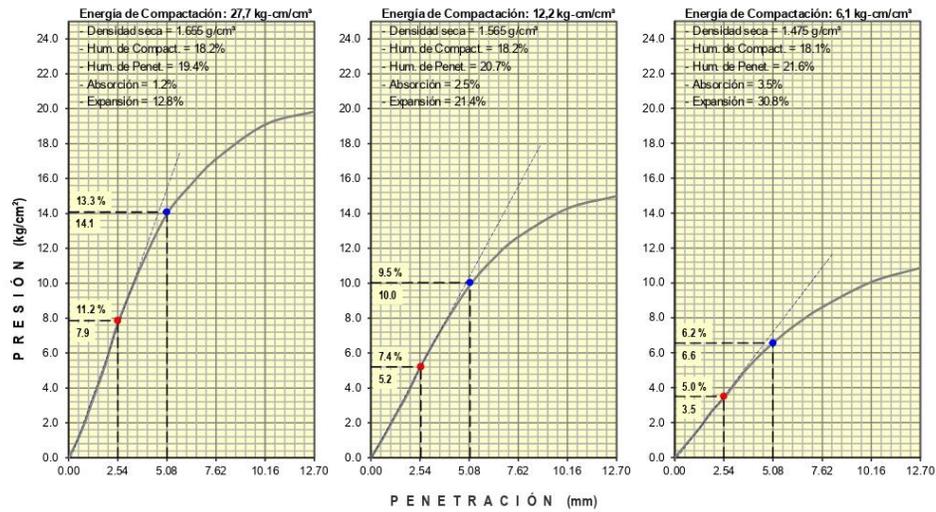
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 10%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.665
- Optimo Cont. de Humedad, %	18.1

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	11.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	7.4
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	13.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.5

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:

MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

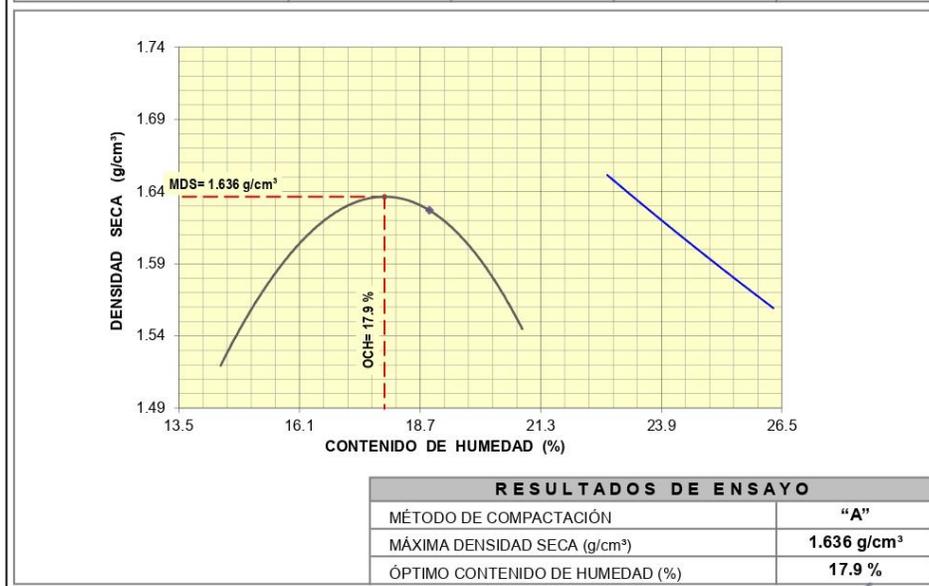
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 23-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50
 CENIZA : 10%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5488.0	5595.0	5626.0	5574.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1688.0	1795.0	1826.0	1774.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.788	1.901	1.934	1.879				
06 - Tarro N°	15	18	22	17	32	29	16	40
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	699.5	691.5	705.6	719.6	699.2	714.2	714.9	694.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	634.2	627.4	631.0	642.5	620.8	632.9	627.3	607.1
09 - Peso del agua (g)	65.3	64.1	74.6	77.1	78.4	81.3	87.6	86.9
10 - Peso del tarro (g)	197.6	199.4	189.4	184.8	205.4	204.3	204.6	186.7
11 - Peso suelo seco (g)	436.6	428.0	441.6	457.7	415.4	428.6	422.7	420.4
12 - Contenido de Humedad (%)	14.96	14.98	16.89	16.85	18.87	18.97	20.72	20.67
13 - Promedio de Humedad (%)	15.0	16.9	18.9	20.7				
	1.555	1.626	1.627	1.557				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 23-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02 CENIZA : 10%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	7		18		16	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	8821.0	8913.0	8912.0	9046.0	8489.0	8697.0
PESO DEL MOLDE, g	4832.0	4832.0	5009.0	5009.0	4957.0	4957.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	3989.0	4081.0	3903.0	4037.0	3532.0	3740.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2075.0	2357.4	2131.0	2571.2	2077.0	2725.4
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.922	1.731	1.832	1.570	1.701	1.372
DENSIDAD SECA	1.634	1.439	1.551	1.285	1.451	1.106
TARA N°	1	7	18	21	3	5
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	585.8	528.9	695.4	562.8	646.8
TARA + SUELO SECO	527.9	519.0	478.4	605.4	508.0	561.2
PESO DEL AGUA	58.9	66.8	50.5	90.0	54.8	85.6
PESO DE LA TARA	192.4	188.4	199.4	200.0	188.7	206.2
PESO DEL SUELO SECO	335.5	330.6	279.0	405.4	319.3	355.0
% DE HUMEDAD	17.56	20.20	18.10	22.20	17.16	24.10
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.6	20.3	18.1	22.2	17.2	24.1

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.61	0.950	24.13	20.66	1.400	35.56	31.22

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	7	18	16
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11236.0	11149.0	10886.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4081.0	4037.0	3740.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	3989.0	3903.0	3532.0
Peso del agua absorbida, g	92.0	134.0	208.0
Peso del suelo seco, g	3392.0	3304.8	3013.7
Absorción de agua, %	2.7	4.1	6.9

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		28.2	28.2	1.5	22.1	22.1	1.1	13.3	13.3	0.7
1.270	0.050		65.4	65.4	3.4	46.9	46.9	2.4	28.9	28.9	1.5
1.905	0.075		103.7	103.7	5.4	71.1	71.1	3.7	46.9	46.9	2.4
2.540	0.100	70.3	145.1	145.1	7.5	97.2	97.2	5.0	61.6	61.6	3.2
3.810	0.150		215.5	215.5	11.1	143.0	143.0	7.4	97.5	97.5	5.0
5.080	0.200	105.5	263.5	263.5	13.6	184.7	184.7	9.5	122.7	122.7	6.3
6.350	0.250		301.1	301.1	15.6	216.2	216.2	11.2	144.4	144.4	7.5
7.620	0.300		329.2	329.2	17.0	240.5	240.5	12.4	163.7	163.7	8.5
10.160	0.400		366.6	366.6	18.9	273.0	273.0	14.1	191.2	191.2	9.9
12.700	0.500		384.0	384.0	19.8	287.8	287.8	14.9	204.1	204.1	10.5

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

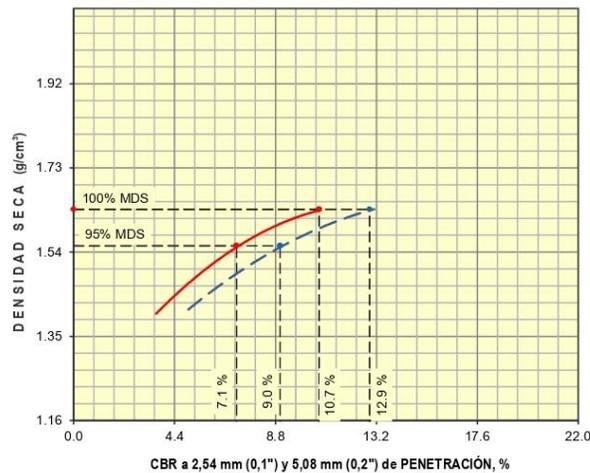
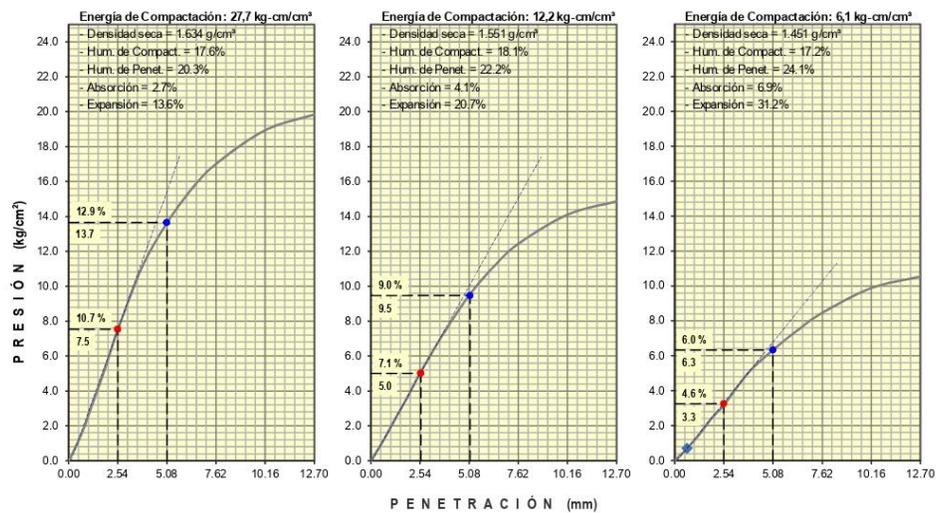
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 23-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 10%



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.636
- Optimo Cont. de Humedad, %	17.9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	10.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	7.1
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	12.9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.0

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

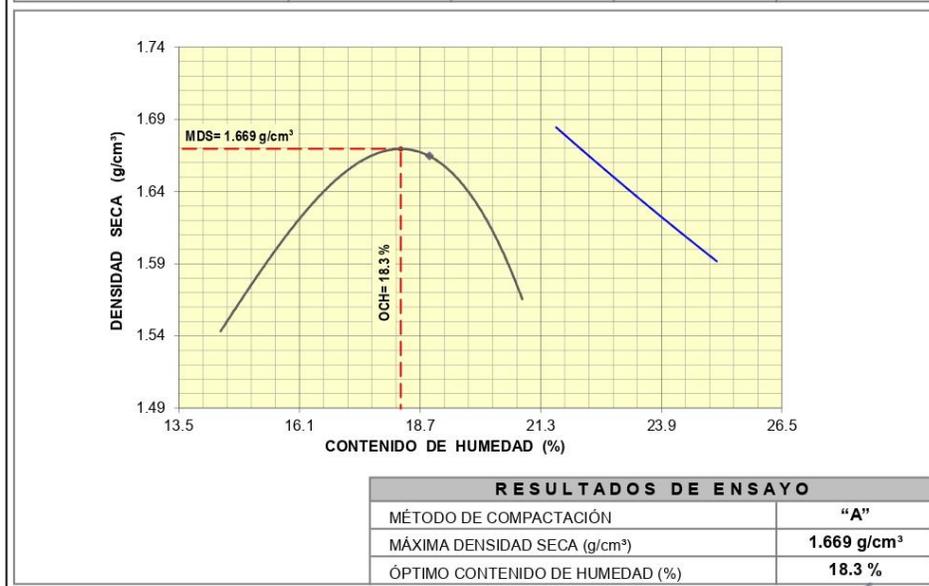
Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO **240/2021.GEOSUR**
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02 CENIZA : 10%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5507.0	5619.0	5668.0	5603.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1707.0	1819.0	1868.0	1803.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.808	1.927	1.979	1.910				
06 - Tarro N°	19	21	42	51	39	38	28	12
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	703.8	689.2	708.2	714.2	731.5	700.2	716.8	731.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	634.2	627.4	631.0	642.5	647.9	618.7	627.7	638.0
09 - Peso del agua (g)	69.6	61.8	77.2	71.7	83.6	81.5	89.1	93.0
10 - Peso del tarro (g)	187.9	200.0	187.1	207.9	205.9	186.8	197.3	188.8
11 - Peso suelo seco (g)	446.3	427.4	443.9	434.6	442.0	431.9	430.4	449.2
12 - Contenido de Humedad (%)	15.60	14.46	17.39	16.50	18.91	18.87	20.70	20.70
13 - Promedio de Humedad (%)	15.0	16.9	18.9	20.7	1.572	1.648	1.664	1.582



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : **240/2021.GEOSUR**
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : **C-02**
 MUESTRA : **M-01** PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CENIZA : 10%

MOLDE N°	13		14		15	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9200.0	9295.0	9062.0	9171.0	8585.0	8750.0
PESO DEL MOLDE, g	5048.0	5048.0	5115.0	5115.0	4950.0	4950.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4152.0	4247.0	3947.0	4056.0	3635.0	3800.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2103.0	2385.5	2104.0	2544.3	2073.0	2721.9
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.974	1.780	1.876	1.594	1.753	1.396
DENSIDAD SECA	1.669	1.471	1.587	1.312	1.481	1.128
TARA N°	19	21	38	37	41	52
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	586.0	528.9	691.8	562.8	647.9
TARA + SUELO SECO	525.0	519.0	476.2	605.4	505.6	561.2
PESO DEL AGUA	61.8	67.0	52.7	86.4	57.2	86.7
PESO DE LA TARA	187.9	200.0	186.8	203.7	193.9	196.8
PESO DEL SUELO SECO	337.1	319.0	289.4	401.7	311.7	364.4
% DE HUMEDAD	18.33	21.00	18.21	21.50	18.35	23.80
% PROMEDIO DE HUMEDAD	18.3	21.0	18.2	21.5	18.4	23.8

EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL	
			pulg	mm	mm	%	pulg	mm	mm	%	pulg	mm
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.43	0.950	24.13	20.93	1.400	35.56	31.30	

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	13	14	15
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11402.0	11168.0	10946.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4247.0	4056.0	3800.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4152.0	3947.0	3635.0
Peso del agua absorbida, g	95.0	109.0	165.0
Peso del suelo seco, g	3509.7	3339.3	3070.1
Absorción de agua, %	2.7	3.3	5.4

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		28.2	28.2	1.5	22.1	22.1	1.1	13.3	13.3	0.7
1.270	0.050		65.4	65.4	3.4	46.9	46.9	2.4	28.9	28.9	1.5
1.905	0.075		103.7	103.7	5.4	71.1	71.1	3.7	46.9	46.9	2.4
2.540	0.100	70.3	141.7	141.7	7.3	97.2	97.2	5.0	61.6	61.6	3.2
3.810	0.150		213.6	213.6	11.0	143.0	143.0	7.4	97.5	97.5	5.0
5.080	0.200	105.5	253.4	253.4	13.1	187.6	187.6	9.7	120.3	120.3	6.2
6.350	0.250		285.6	285.6	14.8	216.2	216.2	11.2	143.0	143.0	7.4
7.620	0.300		314.7	314.7	16.3	240.5	240.5	12.4	162.3	162.3	8.4
10.160	0.400		352.1	352.1	18.2	273.0	273.0	14.1	190.2	190.2	9.8
12.700	0.500		374.4	374.4	19.3	287.8	287.8	14.9	204.1	204.1	10.5

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

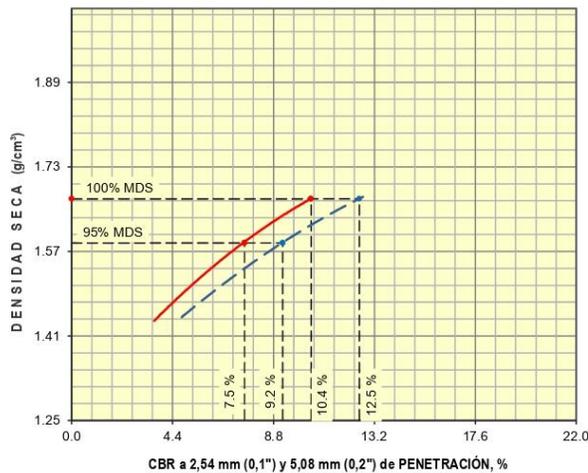
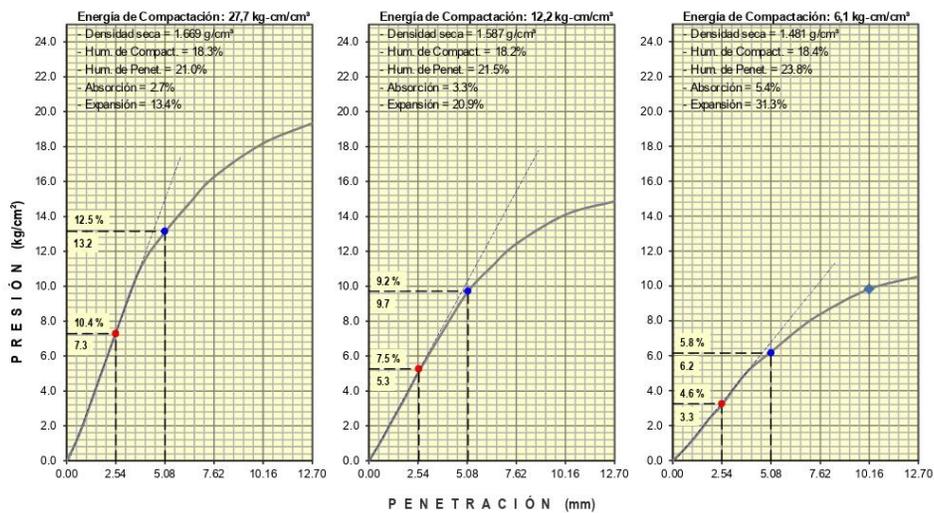
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

CENIZA : 10%

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.669
- Optimo Cont. de Humedad, %	18.3

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	10.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	7.5
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	12.5
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.2

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

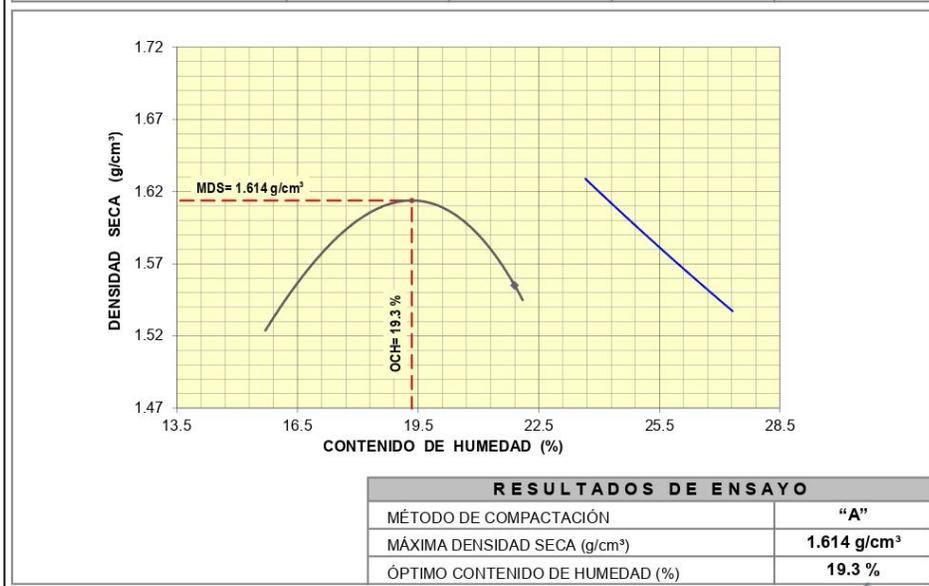
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 15%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5500.0	5586.0	5624.0	5590.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1700.0	1786.0	1824.0	1790.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.801	1.892	1.932	1.896				
06 - Tarro N°	17	24	31	19	29	12	9	7
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	701.7	718.6	689.4	703.7	719.2	710.3	711.9	722.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	629.2	646.3	614.2	624.7	633.0	622.9	620.5	626.5
09 - Peso del agua (g)	72.5	72.3	75.2	79.0	86.2	87.4	91.4	95.6
10 - Peso del tarro (g)	184.8	200.8	200.1	187.9	204.3	188.8	203.9	188.4
11 - Peso suelo seco (g)	444.4	445.5	414.1	436.8	428.7	434.1	416.6	438.1
12 - Contenido de Humedad (%)	16.31	16.23	18.16	18.09	20.11	20.13	21.94	21.82
13 - Promedio de Humedad (%)	16.3	18.1	20.1	21.9				
	1.549	1.602	1.609	1.555				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO : **240/2021.GEOSUR**
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : **C-02** CENIZA : 15%
 MUESTRA : **M-01** PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	14		15		18	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		24		13	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9159.0	9291.0	8739.0	8917.0	8686.0	8972.0
PESO DEL MOLDE, g	5115.0	5115.0	4950.0	4950.0	5009.0	5009.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4044.0	4176.0	3789.0	3967.0	3677.0	3963.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2104.0	2386.7	2073.0	2513.3	2131.0	2779.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.922	1.750	1.828	1.578	1.725	1.426
DENSIDAD SECA	1.614	1.423	1.532	1.264	1.445	1.108
TARA N°	5	7	12	9	11	1
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	595.0	528.9	705.4	562.8	667.0
TARA + SUELO SECO	525.8	519.0	473.9	605.4	501.7	561.2
PESO DEL AGUA	61.0	76.0	55.0	100.0	61.1	105.8
PESO DE LA TARA	206.2	188.4	188.8	203.9	187.4	192.4
PESO DEL SUELO SECO	319.6	330.6	285.1	401.5	314.3	368.8
% DE HUMEDAD	19.09	23.00	19.29	24.90	19.44	28.70
% PROMEDIO DE HUMEDAD	19.1	23.0	19.3	24.9	19.4	28.7

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.43	0.950	24.13	21.24	1.400	35.56	30.45

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	14	15	18
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11331.0	11079.0	11109.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4176.0	3967.0	3963.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4044.0	3789.0	3677.0
Peso del agua absorbida, g	132.0	178.0	286.0
Peso del suelo seco, g	3395.5	3176.0	3079.6
Absorción de agua, %	3.9	5.6	9.3

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		38.3	38.3	2.0	34.7	34.7	1.8	23.7	23.7	1.2
1.270	0.050		80.5	80.5	4.2	66.9	66.9	3.5	45.6	45.6	2.4
1.905	0.075		126.8	126.8	6.6	100.7	100.7	5.2	70.2	70.2	3.6
2.540	0.100	70.3	181.1	181.1	9.4	132.4	132.4	6.8	96.2	96.2	5.0
3.810	0.150		265.8	265.8	13.7	195.5	195.5	10.1	140.1	140.1	7.2
5.080	0.200	105.5	315.8	315.8	16.3	237.3	237.3	12.3	172.2	172.2	8.9
6.350	0.250		350.5	350.5	18.1	266.3	266.3	13.8	194.3	194.3	10.0
7.620	0.300		378.6	378.6	19.6	289.2	289.2	14.9	212.5	212.5	11.0
10.160	0.400		414.8	414.8	21.4	322.6	322.6	16.7	238.7	238.7	12.3
12.700	0.500		434.4	434.4	22.4	340.5	340.5	17.6	254.5	254.5	13.1

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

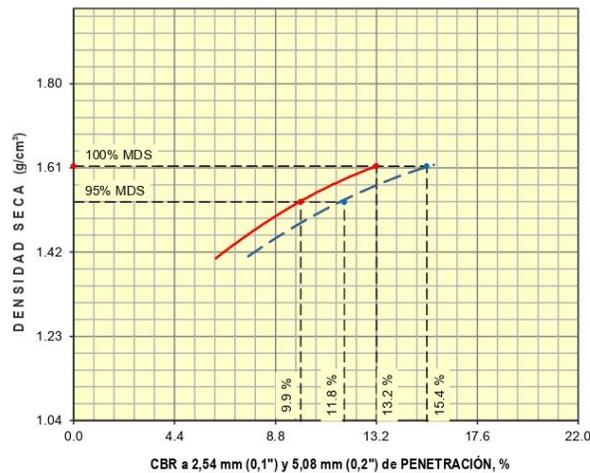
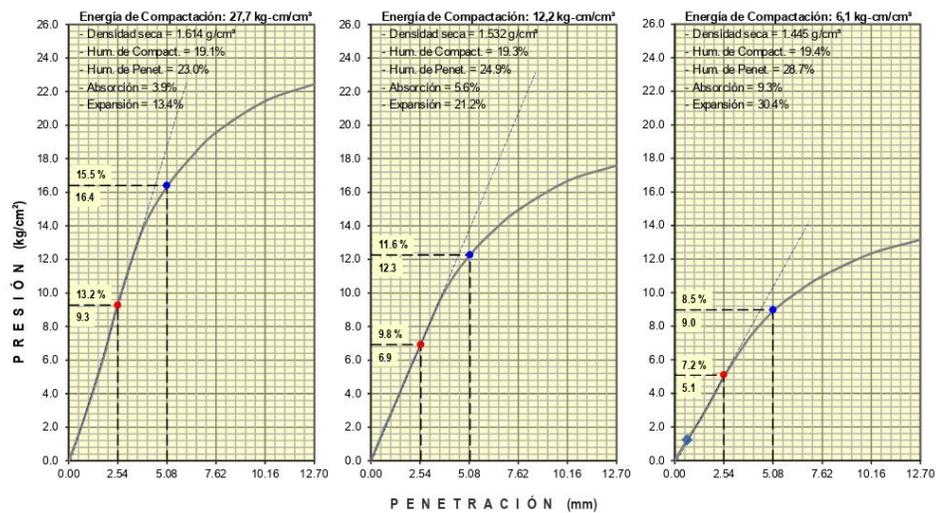
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 9-oct-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 15%



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.614
- Optimo Cont. de Humedad, %	19.3

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	13.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.9
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	15.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	11.8

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

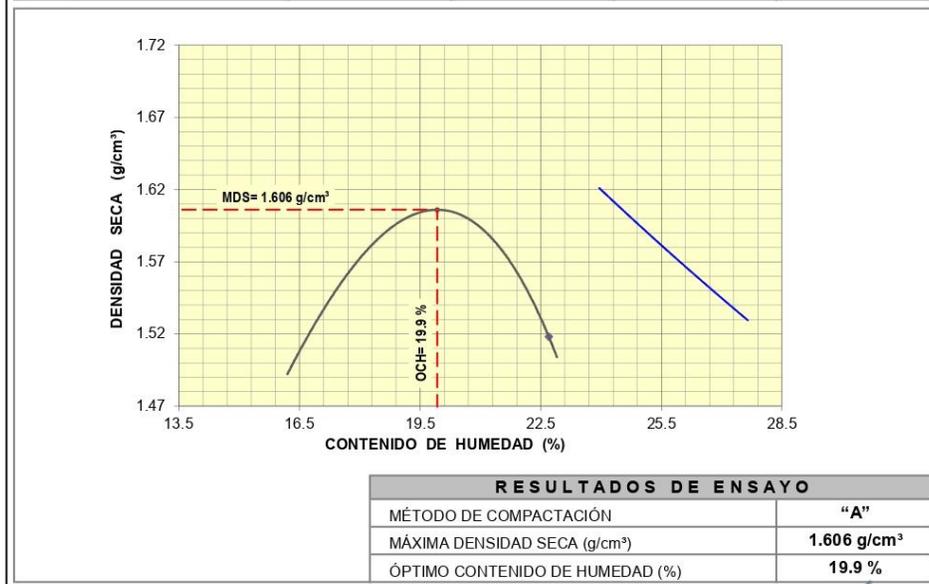
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

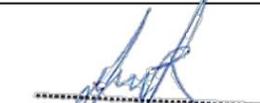
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 24-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50
 CENIZA : 15%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5479.0	5588.0	5621.0	5559.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1679.0	1788.0	1821.0	1759.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.779	1.894	1.929	1.863				
06 - Tarro N°	15	23	27	14	26	28	19	13
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	709.8	701.6	691.4	703.7	718.2	710.3	719.2	722.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	635.8	627.7	613.1	624.7	627.8	621.6	620.9	626.1
09 - Peso del agua (g)	74.0	73.9	78.3	79.0	90.4	88.7	98.3	96.0
10 - Peso del tarro (g)	197.6	188.0	198.0	204.9	193.2	197.3	187.9	203.1
11 - Peso suelo seco (g)	438.2	439.7	415.1	419.8	434.6	424.3	433.0	423.0
12 - Contenido de Humedad (%)	16.89	16.81	18.86	18.82	20.80	20.91	22.70	22.70
13 - Promedio de Humedad (%)	16.8	18.8	20.9	22.7				
	1.523	1.594	1.596	1.518				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 24-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50 CENIZA : 15%

MOLDE N°	21		19		18	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		13	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	8958.0	9022.0	8993.0	9087.0	8615.0	8787.0
PESO DEL MOLDE, g	4923.0	4923.0	5127.0	5127.0	5009.0	5009.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4035.0	4099.0	3866.0	3960.0	3606.0	3778.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2108.0	2390.5	2127.0	2567.2	2131.0	2779.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.914	1.715	1.818	1.543	1.692	1.359
DENSIDAD SECA	1.606	1.416	1.525	1.263	1.415	1.085
TARA N°	8	14	19	24	35	34
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	585.3	528.9	694.8	562.8	654.3
TARA + SUELO SECO	525.5	519.0	474.1	605.4	501.6	561.2
PESO DEL AGUA	61.3	66.3	54.8	89.4	61.2	93.1
PESO DE LA TARA	206.8	204.9	187.9	200.8	189.8	193.2
PESO DEL SUELO SECO	318.7	314.1	286.2	404.6	311.8	368.0
% DE HUMEDAD	19.23	21.10	19.15	22.10	19.63	25.30
% PROMEDIO DE HUMEDAD	19.2		19.2		22.1	

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			pulg	mm	%	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%	
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.40	0.950	24.13	20.69	1.400	35.56	30.45			

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	21	19	18
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11254.0	11072.0	10924.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4099.0	3960.0	3778.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4035.0	3866.0	3606.0
Peso del agua absorbida, g	64.0	94.0	172.0
Peso del suelo seco, g	3385.1	3243.3	3015.1
Absorción de agua, %	1.9	2.9	5.7

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
mm	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		38.3	38.3	2.0	31.2	31.2	1.6	21.2	21.2	1.1
1.270	0.050		78.0	78.0	4.0	63.4	63.4	3.3	47.1	47.1	2.4
1.905	0.075		124.3	124.3	6.4	97.7	97.7	5.0	74.7	74.7	3.9
2.540	0.100	70.3	173.5	173.5	9.0	136.4	136.4	7.0	100.3	100.3	5.2
3.810	0.150		254.2	254.2	13.1	196.5	196.5	10.2	148.2	148.2	7.7
5.080	0.200	105.5	304.8	304.8	15.7	243.4	243.4	12.6	177.8	177.8	9.2
6.350	0.250		344.9	344.9	17.8	271.9	271.9	14.0	201.3	201.3	10.4
7.620	0.300		374.6	374.6	19.4	295.3	295.3	15.3	219.0	219.0	11.3
10.160	0.400		413.8	413.8	21.4	326.1	326.1	16.8	245.3	245.3	12.7
12.700	0.500		434.4	434.4	22.4	340.5	340.5	17.6	262.5	262.5	13.6

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

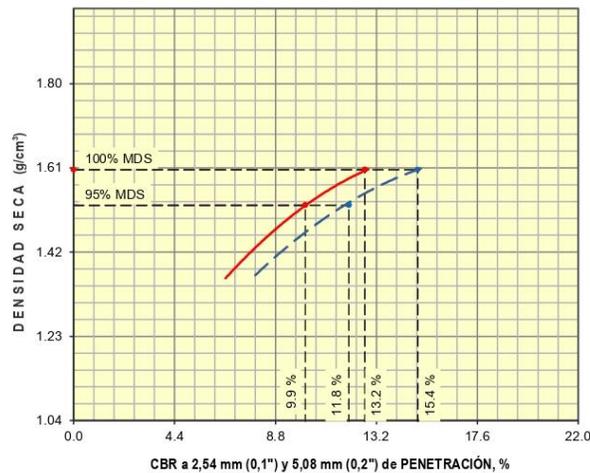
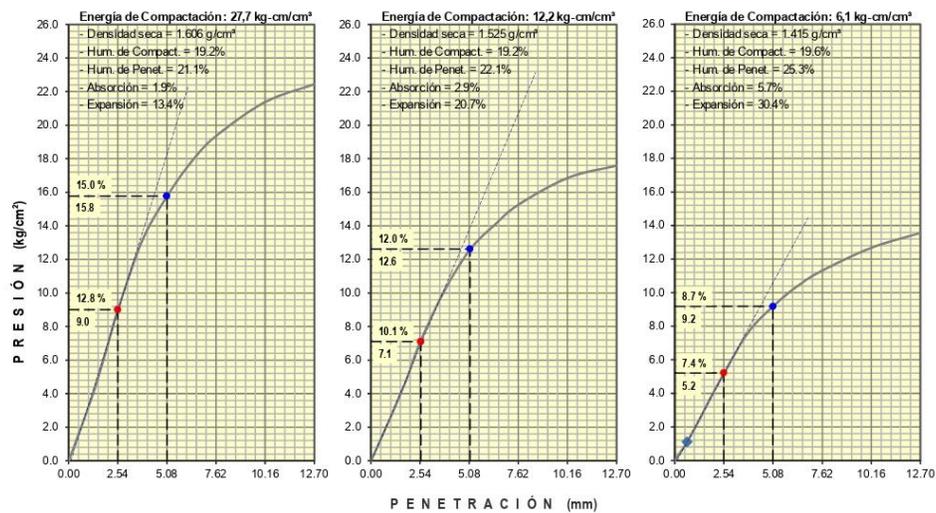
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 24-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 15%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.606
- Optimo Cont. de Humedad, %	19.9

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	12.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	10.1
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	15.0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	12.0

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

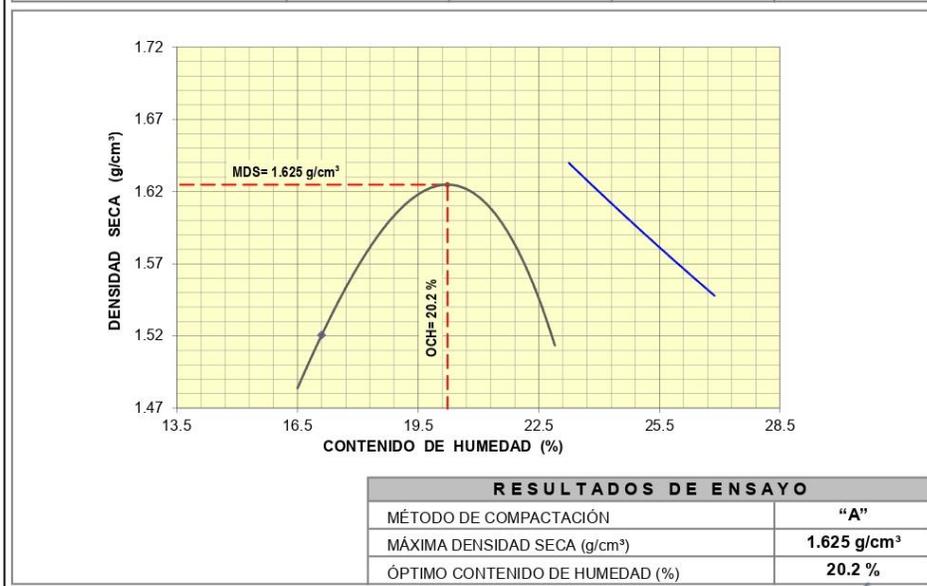
Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

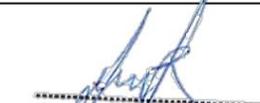
SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA **REGISTRO** : 240/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA **TÉCNICO** : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO **FECHA** : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02 **CENIZA** : 15%
 MUESTRA : M-01 **PROFUNDIDAD (m)** : 0.00 - 1.50

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5481.0	5609.0	5647.0	5573.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1681.0	1809.0	1847.0	1773.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.781	1.916	1.957	1.878				
06 - Tarro N°	28	31	45	46	48	22	39	24
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	708.6	711.0	720.6	719.9	718.4	723.8	678.2	723.5
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	633.8	636.5	638.0	636.0	628.8	631.4	590.9	626.7
09 - Peso del agua (g)	74.8	74.5	82.6	83.9	89.6	92.4	87.3	96.8
10 - Peso del tarro (g)	197.3	200.1	204.5	198.2	200.1	189.4	205.9	200.8
11 - Peso suelo seco (g)	436.5	436.4	433.5	437.8	428.7	442.0	385.0	425.9
12 - Contenido de Humedad (%)	17.14	17.07	19.05	19.16	20.90	20.91	22.68	22.73
13 - Promedio de Humedad (%)	17.1	17.1	19.1	19.1	20.9	20.9	22.7	22.7
	1.521	1.609	1.619	1.619	1.619	1.619	1.531	1.531



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02 CENIZA : 15%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

MOLDE N°	4		5		6	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9142.0	9215.0	8844.0	8971.0	8447.0	8628.5
PESO DEL MOLDE, g	5006.0	5006.0	4910.0	4910.0	4935.5	4935.5
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4136.0	4209.0	3934.0	4061.0	3511.5	3693.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2118.0	2400.6	2127.0	2567.2	2039.0	2687.5
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.953	1.753	1.850	1.582	1.722	1.374
DENSIDAD SECA	1.626	1.435	1.540	1.276	1.435	1.089
TARA N°	42	1	5	8	16	37
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	591.5	528.9	701.1	562.8	654.9
TARA + SUELO SECO	520.0	519.0	474.9	605.4	503.0	561.2
PESO DEL AGUA	66.8	72.5	54.0	95.7	59.8	93.7
PESO DE LA TARA	187.1	192.4	206.2	206.8	204.6	203.7
PESO DEL SUELO SECO	332.9	326.6	268.7	398.6	298.4	357.5
% DE HUMEDAD	20.07	22.20	20.10	24.00	20.04	26.20
% PROMEDIO DE HUMEDAD	20.1	22.2	20.1	24.0	20.0	26.2

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			pulg	mm	%	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%	
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.34	0.950	24.13	20.69	1.400	35.56	31.81			

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	4	5	6
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11364.0	11173.0	10839.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4209.0	4061.0	3693.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4136.0	3934.0	3511.5
Peso del agua absorbida, g	73.0	127.0	181.5
Peso del suelo seco, g	3443.8	3275.6	2926.3
Absorción de agua, %	2.1	3.9	6.2

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		40.3	40.3	2.1	31.2	31.2	1.6	18.7	18.7	1.0
1.270	0.050		80.0	80.0	4.1	63.4	63.4	3.3	43.6	43.6	2.3
1.905	0.075		126.8	126.8	6.6	93.2	93.2	4.8	69.2	69.2	3.6
2.540	0.100	70.3	179.5	179.5	9.3	126.8	126.8	6.6	90.7	90.7	4.7
3.810	0.150		255.2	255.2	13.2	191.4	191.4	9.9	138.1	138.1	7.1
5.080	0.200	105.5	312.3	312.3	16.1	228.8	228.8	11.8	163.7	163.7	8.5
6.350	0.250		348.4	348.4	18.0	256.8	256.8	13.3	189.2	189.2	9.8
7.620	0.300		376.6	376.6	19.5	277.7	277.7	14.3	209.4	209.4	10.8
10.160	0.400		413.8	413.8	21.4	304.0	304.0	15.7	236.2	236.2	12.2
12.700	0.500		434.4	434.4	22.4	321.4	321.4	16.6	249.5	249.5	12.9

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

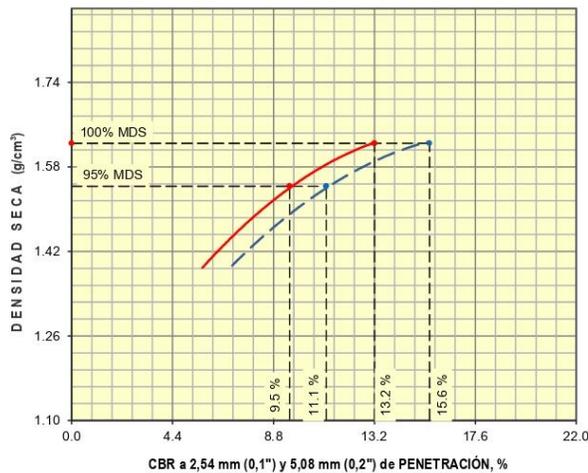
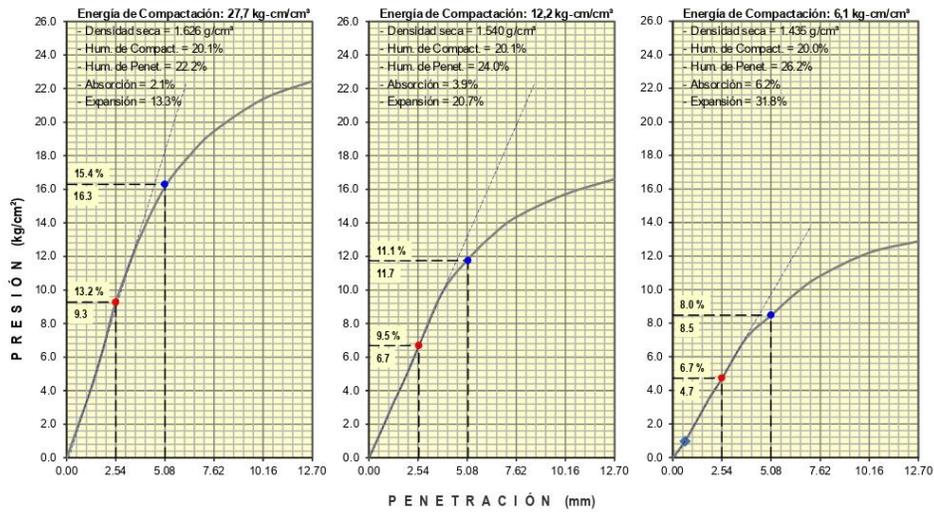
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 15%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.625
- Optimo Cont. de Humedad, %	20.2

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	13.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.5
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	15.6
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	11.1

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

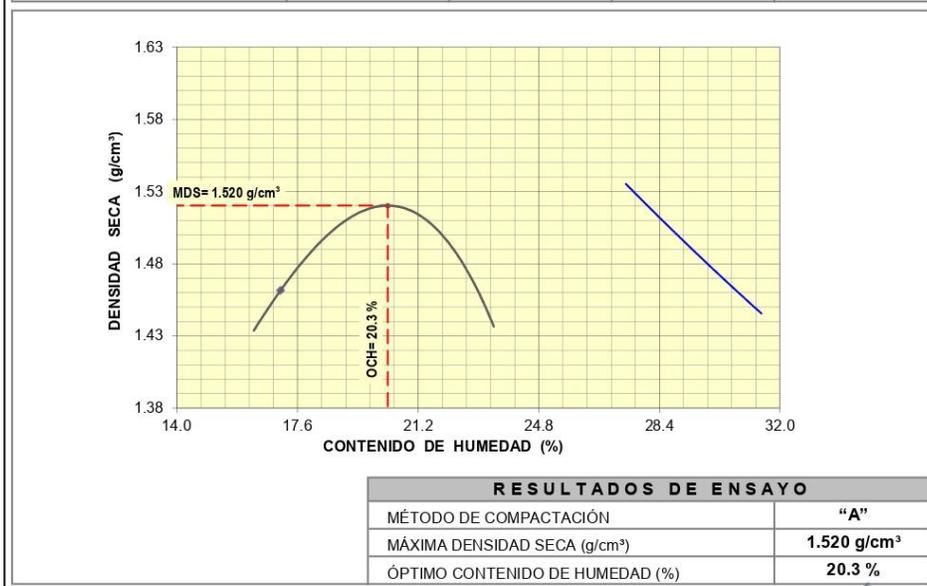
SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50
 CENIZA : 20%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5416.0	5496.0	5532.0	5498.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1616.0	1696.0	1732.0	1698.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.712	1.797	1.835	1.799				
06 - Tarro N°	19	24	33	35	27	15	11	1
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	698.3	698.5	696.2	705.4	709.7	696.9	713.8	709.7
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	623.7	625.9	615.0	623.1	621.0	610.0	615.6	613.1
09 - Peso del agua (g)	74.6	72.6	81.2	82.3	88.7	86.9	98.2	96.6
10 - Peso del tarro (g)	187.9	200.8	188.7	189.8	198.0	197.6	187.4	192.4
11 - Peso suelo seco (g)	435.8	425.1	426.3	433.3	423.0	412.4	428.2	420.7
12 - Contenido de Humedad (%)	17.12	17.07	19.04	18.99	20.97	21.07	22.93	22.96
13 - Promedio de Humedad (%)	17.1	19.0	21.0	22.9				
	1.462	1.510	1.517	1.464				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO : **240/2021.GEOSUR**
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : **C-02** CENIZA : 20%
 MUESTRA : **M-01** PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	16		19		21	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	8749.0	8858.0	8795.0	8967.0	8395.0	8691.0
PESO DEL MOLDE, g	4957.0	4957.0	5127.0	5127.0	4923.0	4923.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	3792.0	3901.0	3668.0	3840.0	3472.0	3768.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2077.0	2359.5	2127.0	2567.2	2108.0	2756.4
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.826	1.653	1.724	1.496	1.647	1.367
DENSIDAD SECA	1.520	1.338	1.437	1.191	1.351	1.033
TARA N°	13	18	2	3	29	31
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	594.4	528.9	712.5	562.8	677.8
TARA + SUELO SECO	522.6	519.0	472.5	605.4	498.4	561.2
PESO DEL AGUA	64.2	75.4	56.4	107.1	64.4	116.6
PESO DE LA TARA	203.1	199.4	190.5	188.7	204.3	200.1
PESO DEL SUELO SECO	319.5	319.6	282.0	416.7	294.1	361.1
% DE HUMEDAD	20.09	23.60	20.00	25.70	21.90	32.30
% PROMEDIO DE HUMEDAD	20.1	23.6	20.0	25.6	21.9	32.3

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.60	0.950	24.13	20.69	1.400	35.56	30.76

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	16	19	21
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11056.0	10952.0	10914.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	3901.0	3840.0	3768.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	3792.0	3668.0	3472.0
Peso del agua absorbida, g	109.0	172.0	296.0
Peso del suelo seco, g	3157.4	3056.7	2848.2
Absorción de agua, %	3.5	5.6	10.4

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		43.7	43.7	2.3	42.7	42.7	2.2	29.2	29.2	1.5
1.270	0.050		102.2	102.2	5.3	90.6	90.6	4.7	62.5	62.5	3.2
1.905	0.075		159.4	159.4	8.2	125.4	125.4	6.5	103.2	103.2	5.3
2.540	0.100	70.3	204.7	204.7	10.6	174.9	174.9	9.0	144.6	144.6	7.5
3.810	0.150		308.1	308.1	15.9	250.9	250.9	13.0	211.8	211.8	10.9
5.080	0.200	105.5	364.6	364.6	18.8	300.7	300.7	15.5	249.2	249.2	12.9
6.350	0.250		400.3	400.3	20.7	335.2	335.2	17.3	278.6	278.6	14.4
7.620	0.300		428.5	428.5	22.1	359.4	359.4	18.6	301.5	301.5	15.6
10.160	0.400		469.0	469.0	24.2	396.2	396.2	20.5	327.8	327.8	16.9
12.700	0.500		483.1	483.1	25.0	409.0	409.0	21.1	343.9	343.9	17.8

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

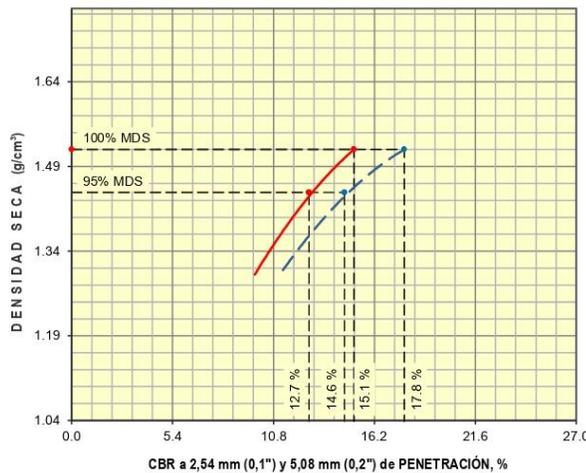
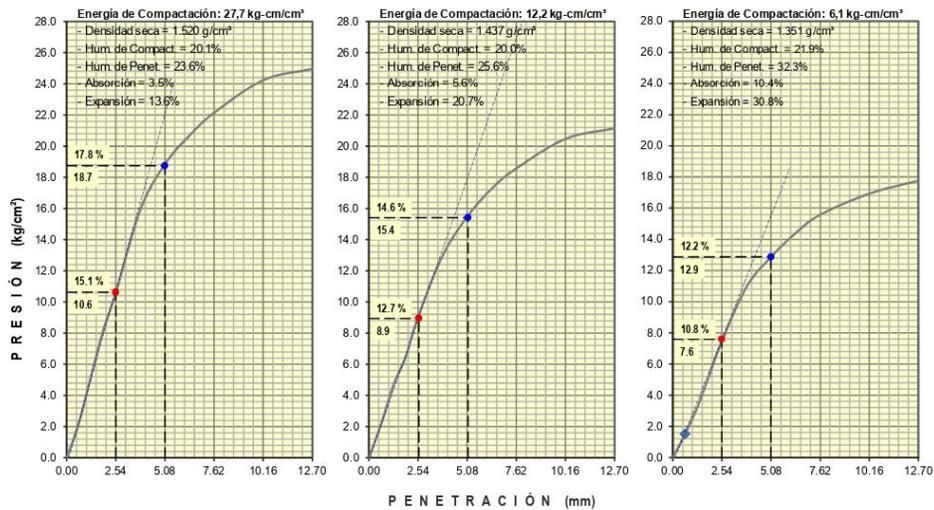
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 20%



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.520
- Optimo Cont. de Humedad, %	20.3

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	15.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	12.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	17.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	14.6

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	ML
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

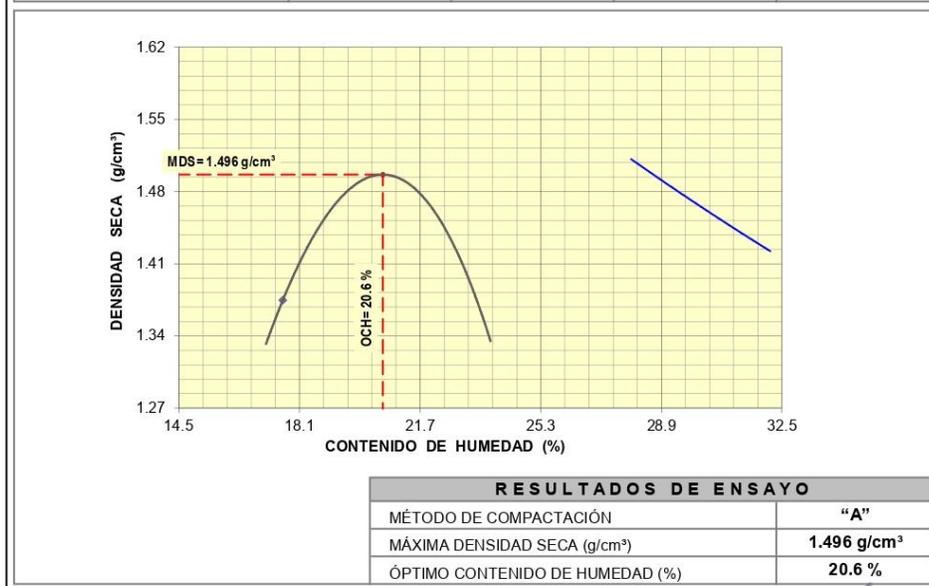
Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO **240/2021.GEOSUR**
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02 CENIZA : 20%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5326.0	5474.0	5502.0	5418.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1526.0	1674.0	1702.0	1618.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.617	1.773	1.803	1.714				
06 - Tarro N°	14	29	26	1	4	7	9	11
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	691.5	689.1	704.6	700.3	715.6	694.7	713.8	702.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	618.6	616.6	620.8	617.1	625.7	605.0	617.7	605.4
09 - Peso del agua (g)	72.9	72.5	83.8	83.2	89.9	89.7	96.1	96.9
10 - Peso del tarro (g)	204.9	204.3	193.2	192.4	206.9	188.4	203.9	187.4
11 - Peso suelo seco (g)	413.7	412.3	427.6	424.7	418.8	416.6	413.8	418.0
12 - Contenido de Humedad (%)	17.62	17.58	19.60	19.59	21.47	21.53	23.22	23.18
13 - Promedio de Humedad (%)	17.6	19.6	21.5	23.2				
	1.375	1.482	1.484	1.391				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02 CENIZA : 20%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	1		3		4	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	8744.0	8803.0	8529.0	8571.0	8360.0	8503.0
PESO DEL MOLDE, g	4991.0	4991.0	4879.0	4879.0	5006.0	5006.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	3753.0	3812.0	3650.0	3692.0	3354.0	3497.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2104.0	2386.7	2121.0	2561.1	2118.0	2766.7
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.784	1.597	1.721	1.442	1.584	1.264
DENSIDAD SECA	1.495	1.318	1.421	1.177	1.299	0.994
TARA N°	19	15	8	9	14	44
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	587.1	528.9	695.7	582.8	660.4
TARA + SUELO SECO	522.2	519.0	472.7	605.4	498.5	561.2
PESO DEL AGUA	64.6	68.1	56.2	90.3	64.3	99.2
PESO DE LA TARA	187.9	197.6	206.8	203.9	204.9	195.3
PESO DEL SUELO SECO	334.3	321.4	265.9	401.5	293.6	365.9
% DE HUMEDAD	19.32	21.20	21.14	22.50	21.90	27.10
% PROMEDIO DE HUMEDAD	19.3	21.2	21.1	22.5	21.9	27.1

EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		
			pulg	mm	mm	%	pulg	mm	mm	%	pulg	mm	%
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000		0.00	S/E	0.000		0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.43	0.950	24.13	20.75	1.400	35.56	30.63		

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	1	3	4
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	10967.0	10804.0	10643.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	3812.0	3692.0	3497.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	3753.0	3650.0	3354.0
Peso del agua absorbida, g	59.0	42.0	143.0
Peso del suelo seco, g	3145.9	3014.0	2751.4
Absorción de agua, %	1.9	1.4	5.2

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		43.7	43.7	2.3	31.8	31.8	1.6	21.0	21.0	1.1
1.270	0.050		98.9	98.9	5.1	79.7	79.7	4.1	50.1	50.1	2.6
1.905	0.075		153.9	153.9	8.0	114.6	114.6	5.9	84.2	84.2	4.4
2.540	0.100	70.3	204.7	204.7	10.6	158.7	158.7	8.2	112.0	112.0	5.8
3.810	0.150		308.1	308.1	15.9	232.5	232.5	12.0	168.9	168.9	8.7
5.080	0.200	105.5	363.5	363.5	18.8	282.3	282.3	14.6	202.1	202.1	10.4
6.350	0.250		400.3	400.3	20.7	319.5	319.5	16.5	230.9	230.9	11.9
7.620	0.300		428.5	428.5	22.1	348.0	348.0	18.0	252.7	252.7	13.1
10.160	0.400		464.7	464.7	24.0	388.6	388.6	20.1	284.4	284.4	14.7
12.700	0.500		483.1	483.1	25.0	409.0	409.0	21.1	300.6	300.6	15.5

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

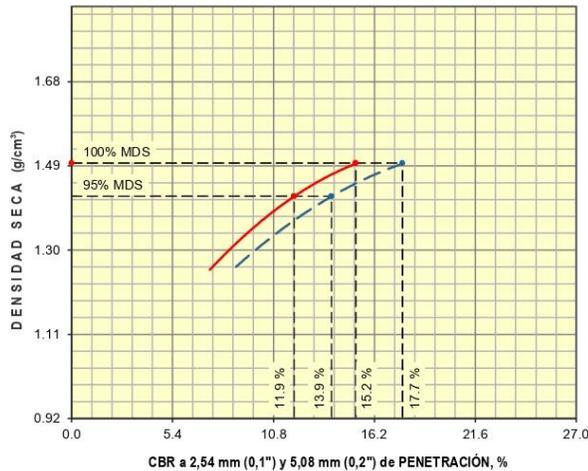
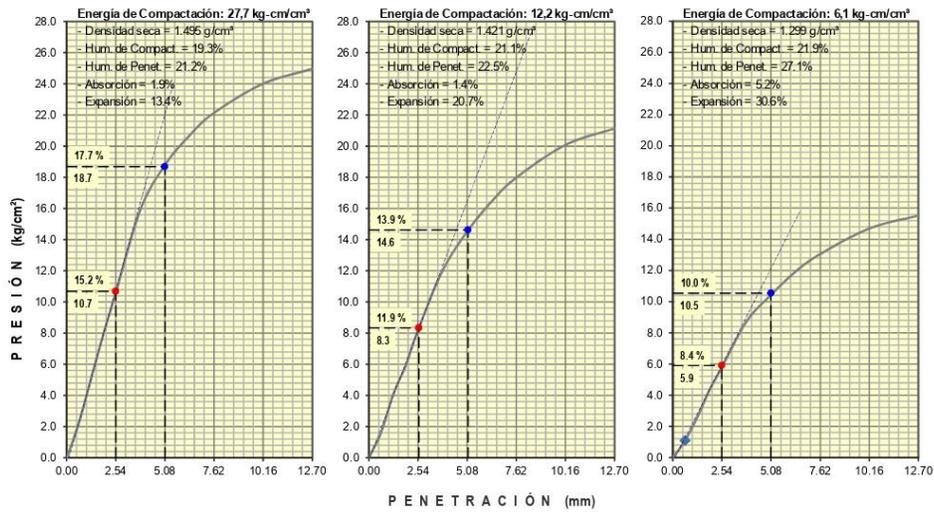
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 20%



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.496
- Optimo Cont. de Humedad, %	20.6

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	15.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	11.9
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	17.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	13.9

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	ML
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

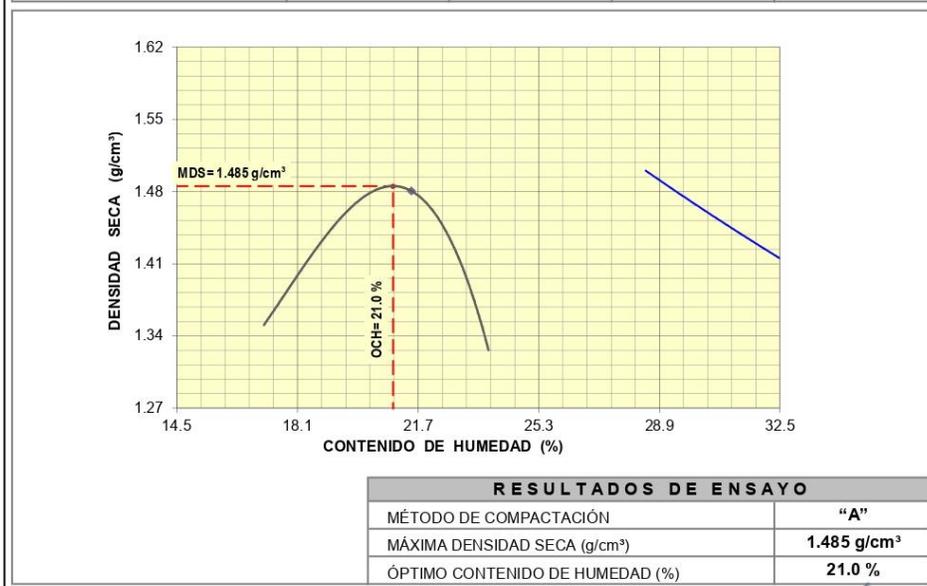
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

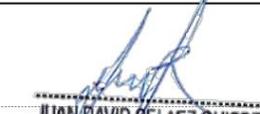
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 20%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5326.0	5450.0	5498.0	5418.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1526.0	1650.0	1698.0	1618.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.617	1.748	1.799	1.714				
06 - Tarro N°	28	17	46	39	15	29	18	44
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	715.4	708.5	706.3	712.8	698.5	710.7	715.8	705.7
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	637.8	630.2	623.0	629.8	609.8	621.1	618.6	609.5
09 - Peso del agua (g)	77.6	78.3	83.3	83.0	88.7	89.6	97.2	96.2
10 - Peso del tarro (g)	197.3	184.8	198.2	205.9	197.6	204.3	199.4	195.3
11 - Peso suelo seco (g)	440.5	445.4	424.8	423.9	412.2	416.8	419.2	414.2
12 - Contenido de Humedad (%)	17.63	17.57	19.61	19.59	21.52	21.49	23.19	23.22
13 - Promedio de Humedad (%)	17.6		19.6		21.5		23.2	
	1.375		1.462		1.481		1.391	



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 20%

MOLDE N°	5		6		7	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		24		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	8729.0	8767.0	8417.0	8517.5	8120.0	8260.0
PESO DEL MOLDE, g	4910.0	4910.0	4935.5	4935.5	4832.0	4832.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	3819.0	3857.0	3481.5	3582.0	3288.0	3428.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³	2127.0	2409.6	2039.0	2479.1	2075.0	2723.4
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³	1.795	1.601	1.707	1.445	1.585	1.259
DENSIDAD SECA	1.483	1.310	1.410	1.160	1.299	0.990
TARA N°	44	15	18	21	19	29
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	590.0	528.9	705.1	562.8	658.3
TARA + SUELO SECO	519.0	519.0	471.5	605.4	495.1	561.2
PESO DEL AGUA	67.8	71.0	57.4	99.7	67.7	97.1
PESO DE LA TARA	195.3	197.6	199.4	200.0	187.9	204.3
PESO DEL SUELO SECO	323.7	321.4	272.1	405.4	307.2	356.9
% DE HUMEDAD	20.95	22.10	21.10	24.60	22.04	27.20
% PROMEDIO DE HUMEDAD	21.0	22.2	21.1	24.6	22.0	27.2

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/10/2021	08:15 a. m.	0	0.000	0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
14/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.28	0.950	24.13	21.58	1.400	35.56	31.25

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	5	6	7
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11012.0	10694.0	10574.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	3857.0	3582.0	3428.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	3819.0	3481.5	3288.0
Peso del agua absorbida, g	38.0	100.5	140.0
Peso del suelo seco, g	3156.2	2874.9	2695.1
Absorción de agua, %	1.2	3.5	5.2

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
			DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESIÓN kg/cm ²
0.000	0.000		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.635	0.025		43.7	43.7	2.3	36.1	36.1	1.9	23.7	23.7	1.2
1.270	0.050		98.9	98.9	5.1	81.9	81.9	4.2	53.9	53.9	2.8
1.905	0.075		153.9	153.9	8.0	122.7	122.7	6.3	85.3	85.3	4.4
2.540	0.100	70.3	202.0	202.0	10.4	167.4	167.4	8.6	113.1	113.1	5.8
3.810	0.150		302.1	302.1	15.6	236.8	236.8	12.2	164.6	164.6	8.5
5.080	0.200	105.5	352.1	352.1	18.2	279.0	279.0	14.4	193.9	193.9	10.0
6.350	0.250		387.3	387.3	20.0	313.5	313.5	16.2	219.5	219.5	11.3
7.620	0.300		416.0	416.0	21.5	342.0	342.0	17.7	239.2	239.2	12.4
10.160	0.400		457.6	457.6	23.6	382.6	382.6	19.8	269.2	269.2	13.9
12.700	0.500		478.8	478.8	24.7	403.1	403.1	20.8	282.7	282.7	14.6

OBSERVACIONES: ENSAYO DE PENETRACIÓN EFECTUADO CON PRENSA DE CELDA DIGITAL.


JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

ASTM D1883 - 07 ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

SOLICITANTE : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA
 UBICACIÓN : TRAMO SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

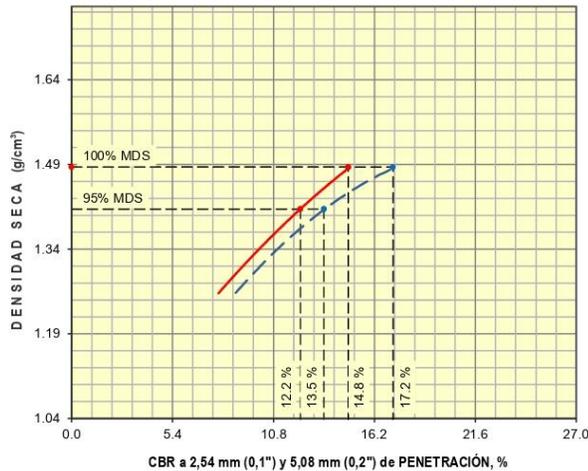
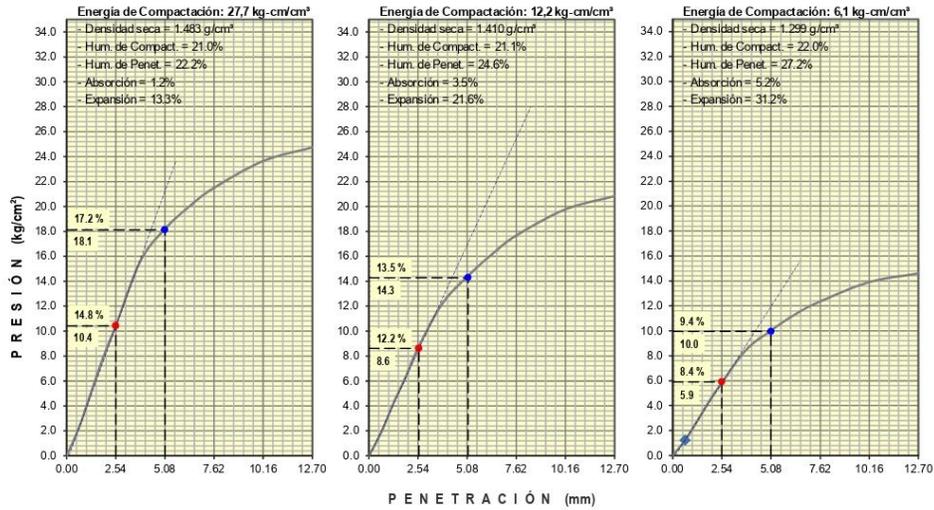
REGISTRO : 240/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 21-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-02
 MUESTRA : M-01

CENIZA : 20%

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50



RESULTADOS DE ENSAYOS

Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.485
- Optimo Cont. de Humedad, %	21.0

CBR (ASTM D-1883)

- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	14.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	12.2
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	17.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	13.5

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	ML
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

**ANEXOS 4: PANEL FOTOGRÁFICO DE LOS EQUIPOS DE
LABORATORIO**

FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS DE
LABORATORIO

Foto N°1

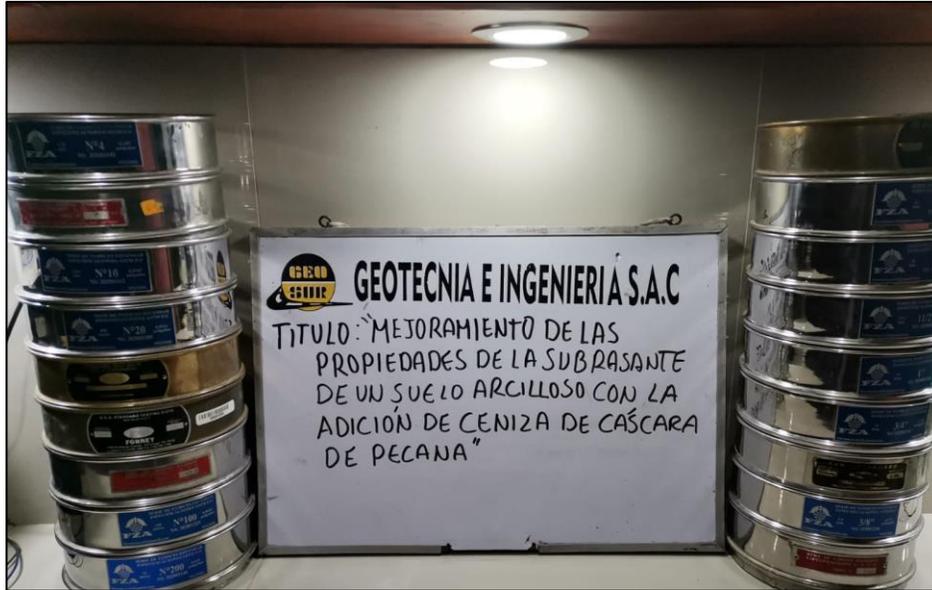


Foto N°2

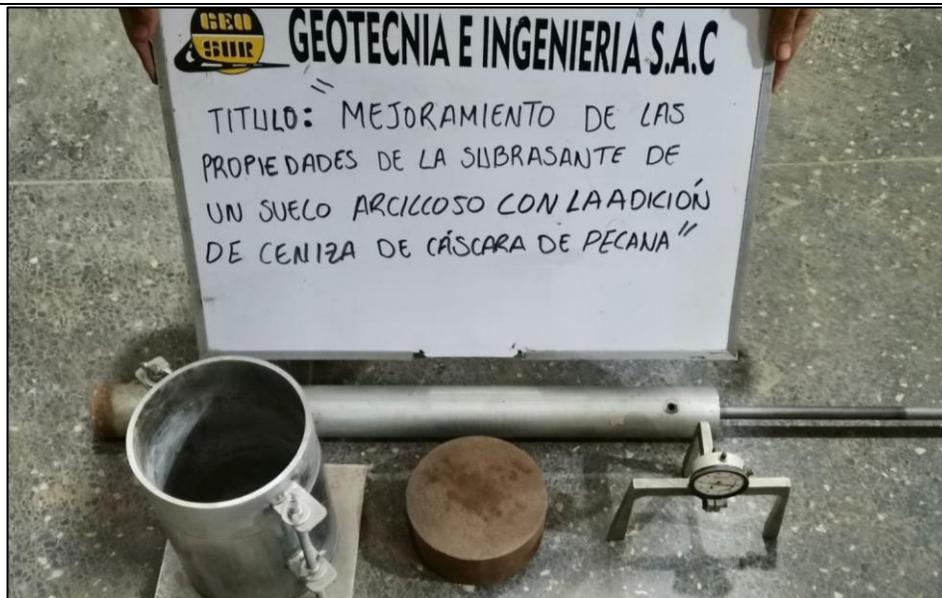


Foto N°3

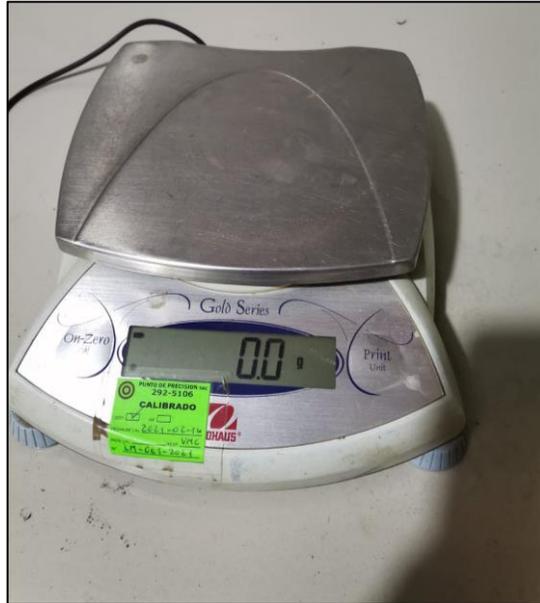


Foto N°4



Foto N°5



Foto N°6



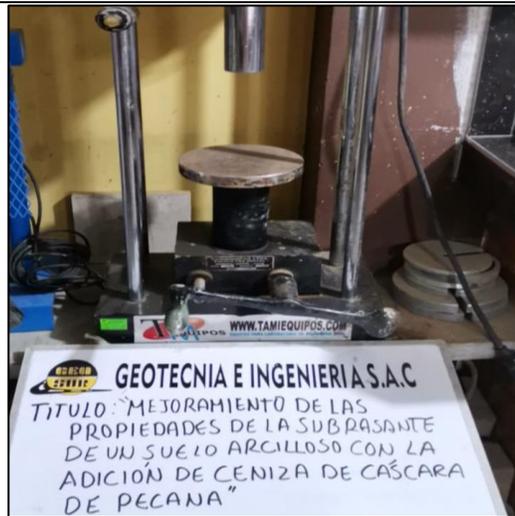
Foto N°7



Foto N°8



Foto N°9



ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Foto N°1



Foto N°3



Foto N°4



Foto N°4



Foto N°5



Foto N°6



Foto N°7



Foto N°5



Foto N°6



Foto N°7



Foto N°8



**ANEXOS 6: PANEL DE FOTOS DE LOS ENSAYOS EN
LABORATORIO**

Foto N°1

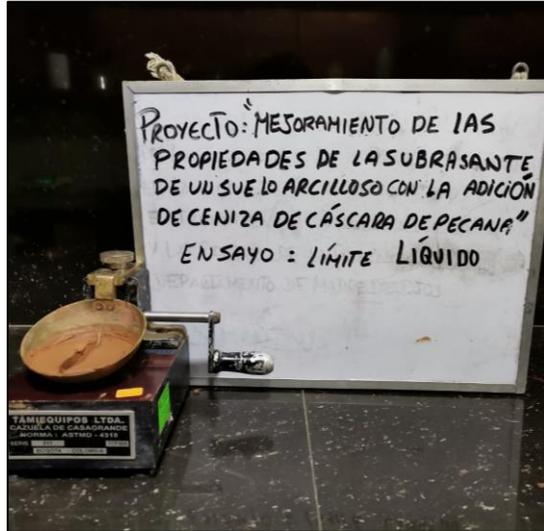


Foto N°2



Foto N°3



Foto N°4

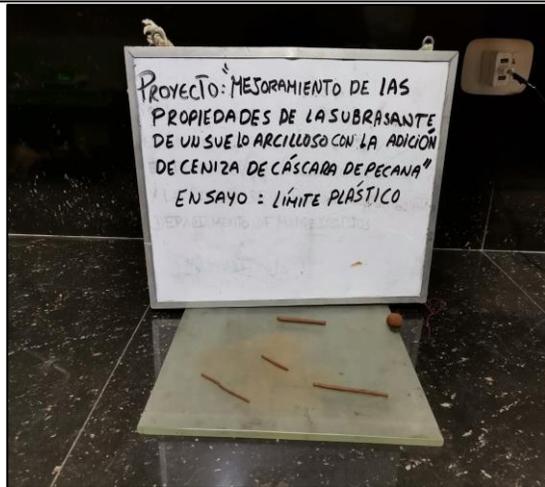


Foto N°5



Foto N°6



Foto N°7

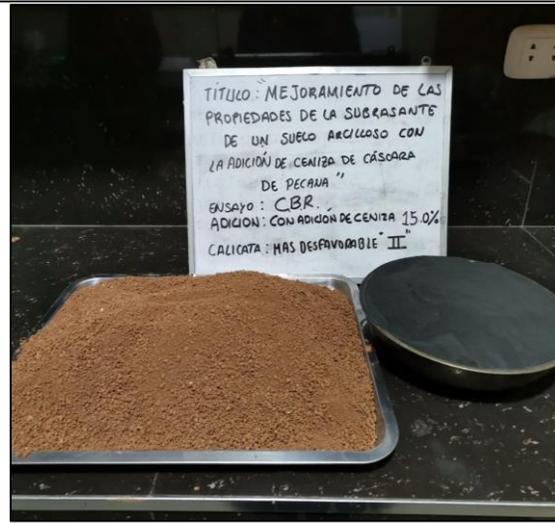


Foto N°8



Foto N°9



Foto N°10





OBSERVACIÓN: NO SE REGISTRO NIVEL FREÁTICO NI ROCA EN NINGUNA CALICATA

PROCEDENCIA	LLOCHEGUA - HUANTA - AYACUCHO	LLOCHEGUA - HUANTA - AYACUCHO	LLOCHEGUA - HUANTA - AYACUCHO
CALICATA	C-01	C-02	C-03
MUESTRA	M-01	M-01	M-01
PROF. (m)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50
CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	17.40	16.20	17.90
% PIEDRA (RET. N°4)	0.00	0.60	0.00
% ARENA (PASA N°4 Y RET. N°200)	20.90	21.30	20.30
% FINOS (PASA N°200)	79.10	78.10	79.70
LÍMITE LÍQUIDO (%)	53.10	51.10	54.20
LÍMITE PLÁSTICO (%)	24.90	25.40	24.70
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD (%)	28.20	25.70	29.50
CLASIFICACIÓN SUCS	CH	CH	CH
CLASIFICACIÓN AASHTO	A - 7-6(23)	A - 7-6(21)	A - 7-6(25)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICION DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA"	PLANO : PERFIL ESTRATIGRÁFICO
UBICACIÓN : - DPTO.: AYACUCHO - DISTRITO : LLOCHEGUA - PROVINCIA : HUANTA - TRAMO : CARRETERA SAN JOSÉ DE SECCE	SOLICITADO : LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA FECHA : NOVIEMBRE - 2021 DIBUJADO : D. P. Q.

**ANEXOS 7: PANEL DE FOTOS DEL PROCESO DE
CALCINACIÓN DE LA PECANA**

Foto N°1



Foto N°2



Foto N°3



Foto N°4



Foto N°5



Foto N°6



Foto N°7



Foto N°8



Foto N°9



Foto N°10



Foto N°11





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

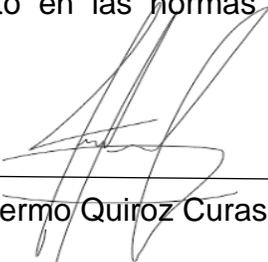
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, LUIS GUILLERMO QUIROZ CURASMA con el DNI: 73270309, estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana ", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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.


Luis Guillermo Quiroz Curasma

DNI: 73270309



**CONSTANCIA DE ENTREGA DE RESULTADOS FINALES DE
LOS ENSAYOS DE LABORATORIO PARA TRABAJO DE
INVESTIGACION
EL JEFE DEL LABORATORIO GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERÍA S.A.C.
HACE CONSTAR**

Que el Sr. **QUIROZ CURASMA, LUIS GUILLERMO**, identificado con **DNI N° 73270309**, código universitario **N° 6500068231**, estudiante de Ingeniería Civil De La Universidad César Vallejo sede Lima- Este, ejecutaron los ensayos de laboratorio para la investigación denominada, **MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO CON LA ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE PECANA, LIMA, 2021**, bajo la asesoría técnica de nuestros profesionales. Se realizo los ensayos de **GRANULOMETRÍA, LÍMITES DE CONSISTECIA, PROCTOR MODIFICADO Y EL ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**. Adicionándole en 10%, 15% y 20% de ceniza de cáscara de pecana. Se hace entrega de los resultados de cada ensayo ejecutado en el laboratorio el día 01/12/2021 y adicionalmente se otorgan los certificados de control y calibración de equipos.

Sin otro en particular se expide la presente para fines del interesado.

01, de diciembre de 2021.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

JUAN DAVID BELAÉZ QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 263117



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ANDIA ARIAS JANET YESSICA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana", cuyo autor es QUIROZ CURASMA LUIS GUILLERMO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, 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 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.

LIMA, 07 de Diciembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ANDIA ARIAS JANET YESSICA DNI: 20118319 ORCID: 0000-0002-6084-0672	Firmado electrónicamente por: JANDIAAR el 18-12- 2021 19:28:32

Código documento Trilce: TRI - 0210830



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, QUIROZ CURASMA LUIS GUILLERMO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de pecana", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
QUIROZ CURASMA LUIS GUILLERMO : 73270309 ORCID: 0000-0003-1657-1126	Firmado electrónicamente por: LQUIROZCU el 30-07- 2023 10:14:01

Código documento Trilce: INV - 1217066