



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo
arcilloso adicionando ceniza de cáscara de huevo”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Vidal Gonzales, Luis Erick (ORCID: 0000-0003-2633-0318)

ASESORA:

Mg. Ing. Andía Arias, Janet Yéssica (ORCID: 0000-0002-6084-0672)

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional y a mi hermano por ser parte de este logro.

Agradecimiento

A mi asesora, por brindarnos su conocimiento y orientación para realización de este proyecto de investigación.

A mi familia, por sus palabras de aliento y su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de gráficos.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra y muestro	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	21
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Validez y Confiabilidad del instrumento	22
3.6. Procedimientos	22
3.7. Método de análisis de datos	29
3.8. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS	53
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades de la cáscara de huevo.....	15
Tabla 2. Cuadro de ensayos de Proctor modificado y CBR, sin adición.....	19
Tabla 3. Cuadro de propiedades físicas sin adición.....	19
Tabla 4. Cuadro de %de adición de ceniza a la calicata más desfavorable, para determinación de las propiedades mecánicas.....	20
Tabla 5. Cuadro de % de adición de ceniza a la calicata más desfavorable, para determinación de las propiedades físicas.....	20
Tabla 6. Coordenadas de la excavación de las calicatas.....	31
Tabla 7. Promedio del ensayo del I.P.....	44
Tabla 8. Datos estadísticos en Software Minitab 19.....	45
Tabla 9. Prueba P en Software Minitab 19.....	45
Tabla 10. Promedio del ensayo del CBR.....	47
Tabla 11. Datos estadísticos en Software Minitab 19	48
Tabla 12. Prueba P en Software Minitab 19.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Problemática.....	2
Figura 2. Bacheo.....	3
Figura 3. Inestabilidad.....	3
Figura 4. Juegos de tamices.....	12
Figura 5. Copa Casagrande.....	13
Figura 6. Ensayo CBR.....	14
Figura 7. Ubicación de las calicatas.....	30
Figura 8. Moliendo la cáscara de huevo.....	36
Figura 9. Polvo de cáscara de huevo.....	36
Figura 10. Ceniza de cáscara de huevo.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de contenido de humedad.....	31
Gráfico 2. Gráfico de ensayo granulométrico.....	32
Gráfico 3. Gráfico de ensayo de límites de consistencia.....	33
Gráfico 4. Gráfico de ensayo del Proctor modificado.....	34
Gráfico 5. Gráfico de ensayo del C.B.R.....	35
Gráfico 6. Resultado de pérdida de material en la calcinación	38
Gráfico 7. Prueba 1_Resultados del ensayo de Limite de consistencia + C.C.H.....	39
Gráfico 8. Prueba 1_Resultados del ensayo de Limite de consistencia + C.C.H.....	39
Gráfico 9. Prueba 1_Resultados del ensayo de Limite de consistencia + C.C.H	40
Gráfico 10. Prueba 1_Resultados del ensayo del Proctor modificado + C.C.H	41
Gráfico 11. Prueba 2_Resultados del ensayo del Proctor modificado + C.C.H	41
Gráfico 12. Prueba 3_Resultados del ensayo del Proctor modificado + C.C.H	42
Gráfico 13. Prueba 1_Resultados del ensayo de CBR + C.C.H	42
Gráfico 14. Prueba 2_ Resultados del ensayo de CBR + C.C.H	43
Gráfico 15. Prueba 3_Resultados del ensayo de CBR + C.C.H.....	43
Gráfico 16. Datos estadísticos en Software Minitab 19	46
Gráfico 17. Datos estadísticos en Software Minitab 19	49

RESUMEN

En la presente investigación, se consideró en emplear un nuevo material alternativo sustituyendo el material tradicional. Donde el suelo es uno de los materiales más importante que se emplea en la variedad de las obras de construcción.

En el presente estudio con la ceniza de cáscara de huevo, se empleó en porcentajes de mezcla de 5%, 10% y 15%, ya que se investigó en diferentes proporciones para combinar con el suelo con la finalidad de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso.

Desde la introducción de la ceniza de cáscara de huevo mejora el comportamiento del suelo, por ende, el trabajo expone las cualidades y aplicaciones que hace la ceniza de cáscara de huevo como un buen reemplazo de lo tradicional, durante en el proceso de mejoramiento del suelo arcilloso y con un enfoque más económico.

La conclusión extraída de esta investigación, fue en los ensayos realizados que se dio un gran incremento en las propiedades mecánicas del suelo mejorado con la adición de ceniza de cáscara de huevo.

Palabras clave: Subrasante, ceniza, C.B.R., cáscara de huevo, suelo arcilloso

Abstract

In the present investigation, it was considered to use a new alternative material replacing the traditional material. Where the soil is one of the most important materials used in the variety of construction sites.

In the present study with eggshell ash, it was used in mixing percentages of 5%, 10% and 15%, since it was investigated in different proportions to combine with the soil in order to improve its physical and mechanical properties. clay soil.

Since the introduction of the eggshell ash, the behavior of the soil improves, therefore, the work exposes the qualities and applications that the eggshell ash makes as a good replacement for the traditional, during the soil improvement process. clayey and with a more economical approach.

The conclusion drawn from this research was in the tests carried out that there was a great increase in the mechanical properties of the improved soil with the addition of eggshell ash.

Keywords: Subgrade, ash, C.B.R., eggshell, clay floor

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación se presenta bajo el análisis de la **realidad problemática**, en el contexto internacional en donde la mayoría de países presentan problemas en la subrasante de un suelo inapropiado, ya que son considerados inestables, poco adecuados y su excesiva retención de agua durante las épocas de lluvias e inundaciones, por lo que no se puede asegurar la firmeza del pavimento por su baja resistencia, altas alteraciones e índice de plasticidad. Dicho motivo; por la cual se ha ido implementando en el transcurso de los años distintas técnicas y métodos con el propósito de mejorar y modificar positivamente estos problemas. (Núñez y Gil, 2018, pág.14).

Por otra parte, antes estaban reemplazando dicho material por otro mejor, pero el costo era elevado y actualmente, emplean con agente químicos y quieren optar por otros agentes que no sean tan dañinos para el suelo y de bajo costo. (Revista Mundo Constructor,2019).

Asimismo, en el Perú las infraestructuras viales son dañadas habitualmente por la lluvia, que aumenta el nivel deterioro de las obras viales, optando por otros métodos para salvaguardar la vida útil de la carretera. (Acosta Hugo, 2019, pág. 21).

Según Neussner (2001), menciona que en Alemania desde los años 50, desde la primera aparición de métodos y técnicas de estabilización en el sector de la infraestructura vial, tuvo un elevado beneficio y buenos resultados. Dicho suelo presenta baja capacidad portante, dado que están empleando estabilizar con otro agente que no sea los convencionales, sino usar otro material reutilizable, gracias a los subproductos industriales y materiales reciclados, hasta el día de hoy se siguen trabajando con estos tipos de suelos, donde se comprobó su eficacia.

Bajos estos criterios, se pudo observar que los suelos en la región selva, que se encuentra en el distrito de Llochegua, cerca al centro poblado de Arequipa, en la cual la lluvia está dañando las vías de acceso a la zona, por consiguiente, ocasionando muchas pérdidas económicas e inhabilita el transcurso de la población, porqué se observa un incremento de inestabilidad, expansión del suelo y bacheos. En ese mismo lugar, se presenta con un suelo blando, en donde se optará con un proceso de mejoramiento de las propiedades agregando la ceniza de cáscara de huevo para incrementar la resistencia del suelo y poder reducir su índice de plasticidad de la subrasante frente a estos fenómenos naturales. Figura N° 1



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 2 Bacheo



Fuente: *Elaboración Propia*

Figura N° 3: Inestabilidad



Fuente: *Elaboración Propia*

Si no se da la importancia de corregir, cuando el suelo es pobre seguiremos con los mismos problemas, ocurriendo frecuentemente con deslizamientos y asentamientos, que a su vez sería dañino para la población que pasa por ahí, por los deterioros.

Por este motivo, nace la necesidad de investigar el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de huevo.

Sobre la base de realidad problemática presentada, surge la formulación del **problema general**: ¿En qué medida la ceniza de cáscara de huevo influye en el mejoramiento de las propiedades de un suelo arcilloso en la subrasante?, a partir de esta problemática tenemos a los **problemas específicos**; estas son: ¿Cómo influye la adición de ceniza de cáscara de huevo en las propiedades físicas de un suelo arcilloso de una subrasante? y ¿De qué manera la adición de ceniza de cáscara de huevo influye en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso en la subrasante?.

Desde la **justificación teórica**, Con el motivo de brindar conocimientos científicos y datos, en donde ayudara a verificar que la ceniza de cáscara de huevo puede mejorar sus propiedades físicas y mecánicas positivamente en suelos pobres, cuyos resultados podrán tomarse como una propuesta para ser incorporado en el ámbito civil y futuras investigaciones.

La **justificación práctica**, se pretenda mejorar las propiedades de un suelo blando, mediante una muestra patrón y otra con adición de ceniza de cáscara de huevo, con la finalidad de dar resultados favorables para una mejora del suelo.

De acuerdo con la **justificación social**, se realizará en mejorar las condiciones de vida y bienestar de la comunidad de Llochegua en donde se ha reflejado un incremento de inestabilidad, expansión del suelo y bacheos, poniendo en riesgo y vulnerando la seguridad de los transeúntes.

La **justificación metodológica**, se define que, mediante esta investigación, la nueva metodología que se pretende incorporar es la adición de ceniza de cáscara de huevo

en la subrasante de un suelo arcilloso en porcentajes, para incrementar las propiedades de un suelo arcilloso.

Asimismo, el **objetivo general** es: Mejorar las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso con la adición de ceniza de cáscara de huevo. Siendo los **objetivos específicos**, fueron los siguientes: Determinar la influencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo en las propiedades físicas de un suelo arcilloso en la subrasante y evaluar la influencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso en la subrasante.

Finalmente, teniendo los objetivos propuestos se plantea la **hipótesis general**: La adición de ceniza de cáscara de huevo influye de manera positiva en las propiedades de un suelo arcilloso en la subrasante. Mencionando 2 **hipótesis específicas**: La adición de la ceniza de cáscara de huevo influye de manera positiva las propiedades físicas de un suelo arcilloso en la subrasante; y La adición de la ceniza de cáscara de huevo influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso en la subrasante.

II. MARCO TEÓRICO

El estudio también se fundamenta en **antecedentes a nivel nacional**

Fernández (2017), en su investigación titulada *Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasante en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca*, con la finalidad de determinar el efecto del aditivo en el mejoramiento de un suelo arcilloso en la subrasante. La metodología usada fue inductiva, experimental y descriptiva. La población fue la ciudad de Cajamarca, muestra suelos expansivos y el muestreo se realizó 7 calicatas. Se empleó el instrumento recolección de datos mediante formatos de ensayos de laboratorio. Los principales resultados realizados en el laboratorio determino que la combinación de la muestra con el aditivo terrazyme presenta un mejoramiento en la capacidad de resistencia en la zona estudiada, por lo cual se consiguió un aumento en la calicata 1:13%; calicata 5:12%; calicata 6:15% y calicata 7:19%, donde nos indica que este aditivo aumenta el porcentaje de CBR de la muestra estudiada. El estudio destaca que el aditivo terrazyme tiene el resultado de aumentar la capacidad portante en un 19% en los suelos inapropiados.

Ayala, Rosadio y Duran (2019), en su artículo científico titulada, *Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos*, su objetivo fue analizar la influencia de la ceniza de ladrilleras artesanales en la estabilización de un suelo expansivo. Empleando la metodología experimental. Cuya población fue en el norte de la ciudad de Lima, muestra y muestreo fue en el centro poblado Santa María de Huachipa. Los instrumentos empleados fueron la caracterización física del suelo y la ceniza a través de los ensayos de granulometría y límite de consistencia, su composición química, ensayos de proctor modificado y CBR. Donde nos brindan estos resultados fueron que el suelo natural con un CBR de 2.2% que tiene una subrasante insuficiente, pero al añadir cenizas provenientes de ladrilleras artesanales, en la cual presenta un incremento hasta 9.5%, es decir 4.3 veces su capacidad portante y se convierte en un

suelo apropiado. Se concluyó que el uso de estos residuos se convierte en una alternativa viable y económica para fines de construcción.

Goñas y Saldaña (2020) en su artículo científico de investigación titulada *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*, en la ciudad de Chachapoyas –Perú, donde tuvo como objetivo evaluar la influencia positiva al añadir ceniza de carbón en el mejoramiento de las propiedades mecánicas de muestras de suelo. El estudio empleado fue experimental, la población de estudio es la cuadra ocho y nueve de la calle Las Lomas, la muestra fue el suelo extraído. El instrumento empleado fue formatos de laboratorio establecidos por la MTC. Los principales resultados, que el suelo logra ser mejorado al añadirse estos porcentajes de 15%, 20% y 25% incrementando su resistencia del suelo de 2.1% a 8.09%. Él estudió destacada que se puede mejorar las propiedades con la ceniza de carbón, porque es viable, económico y sustentable, generando reacciones mecánicas positivas para la subrasante.

Linares, Aguilar y Rojas (2020) en su artículo científico de investigación titulada *Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido*, en la ciudad de Chachapoyas –Perú, cuya finalidad fue determinar la influencia de las bolsas de polietileno en la estabilización de un suelo blando. Empleando la metodología experimental. Su población, muestra y muestreo fue suelo extraído de la Av. Los Libertadores y Jr. Las Orquídeas, Pueblo Joven 16 de octubre. Los instrumentos empleados fueron formatos estandarizados de acuerdo a la ASTM cual apoyo a recoger frutos de manera confiable y por ende se procedió a realizar los ensayos de laboratorio. Dando estos resultados de ensayos realizados, arrojando que el CBR incrementa su resistencia de 5.6% alcanzando a 9.9% y se logró disminuir el índice de plasticidad de 13.55% hasta un 8.9%. Y concluyo, que es accesible mejorar las propiedades del suelo expansivo con bolsa de polietileno, esto sustentado con los resultados positivos que tuvo, en la cual aumento su resistencia.

Villanueva (2017), en su tema de investigación titulada, *Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la Sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida, organosilano y un sulfonatado*, donde tuvo como objetivo estabilizar en suelos de bajo tránsito. Tipo de estudio fue experimental. Cuya población de estudio en el tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), muestra de suelos blandos y el muestreo se realizó a conveniencia. Los instrumentos empleados fueron formatos de ensayos de laboratorio. Los principales resultados realizados en el laboratorio determino que la combinación de la muestra con el estabilizador poliacrilamida presenta un mejoramiento en la capacidad de resistencia en la zona estudiada, por lo que se consiguió un incremento de 50.2% y con estabilizador sulfonatado 69.50%. El estudio destaca que el estabilizador sulfonatado nos brinda un excelente resultado en aumentar la capacidad portante en suelos inapropiados.

El estudio también se fundamenta en **antecedentes internacional**

Castillo (2017), en su investigación titulada *Estabilización de suelos arcillosos de Macas con valores de cbr menos de 5% y limites líquidos superiores al 100% para utilizarlo como subrasante en carreteras*. Cuyo objetivo fue estabilizar con cal viva los suelos inapropiados en el km3+000 del paso lateral de Macas con un CBR inferior al 5% y con LL mayor al 100%. Usando una metodología experimental. Su población fue Macas-Ecuador, muestra suelos expansivos y el muestreo lo hizo según la norma NTE INEN 0686, se tomó 200kg de muestra. Utilizando estos instrumentos para su ensayo en el laboratorio: ensayo granulométrico, ensayo de LL, LP, ensayo de proctor modificado, CBR, ensayo de expansión y ensayo a compresión no confinada. Dando los principales resultados obtenidos en el laboratorio, resulta una decadencia en su índice de plasticidad y a la vez, un aumento en el CBR del suelo estudiado. Se concluyó que la propuesta de usar este aditivo cal viva resulto eficiente y eficaz comparado con la alternativa tradicionalmente usada.

Becerra (2017), en su proyecto para optar el título de especialista en Ingeniería de Pavimentos, titulada, *Caracterización del desecho agroindustrial de la palma de aceite cuesco, para el mejoramiento de las capas granulares de la estructura del pavimento*, tuvo la finalidad de realizar el análisis de las propiedades de la palma de aceite como posible aditivo para la estabilización de la sub rasante. Los ensayos de laboratorio se realizaron dentro del marco normativo del instituto nacional de vías INVIAS. Dando como resultado que el desecho agrícola para el derivado de cenizas no es viable para usarlo, debido que no cumplió con los parámetros estandarizados. El estudio destaca que debemos de seguir investigando otras alternativas para la estabilización de suelos blando, porque la ceniza de cuesco se podría investigar un poco más profundo cuyas partículas finas que posee podría determinar el comportamiento de la muestra a estudiar.

Cañar (2017), en su investigación titulada, *Análisis comparativo de la resistencia de corte y estabilización de suelos arenosos y arcillosos combinadas con arcillas de Carbón*, cuya finalidad fue evaluar resultados de resistencia al corte en muestras de arena y arcillas, evaluación del comportamiento mecánico de estabilización de muestras de material fino y de arcillas adicionando las cenizas de carbón, con la posibilidad mejorar de las capacidades de resistencia de la sub rasante. La metodología empleada es de tipo experimental, por esta razón que se realizó ensayos de laboratorio, con el fin de aclarar el crecimiento de la capacidad portante del suelo estudiado. Donde los resultados concluyeron en lo siguiente, al usar el aditivo que es la ceniza de carbón colaboro efectivamente en los suelos arcillosos, en dichos ensayos realizados se observo un incremento en la resistencia del CBR, afirmando las expectativas planteadas en el estudio. En donde destaca que, en la investigación es una alternativa de solución para estos suelos blandos.

Clavería, Triana y Varón (2018), en su artículo científico de investigación titulado, *Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con cenizas de arroz y bagazo de caña de azúcar como material para sub rasante*, cuya finalidad es en resolver el comportamiento de los suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas de cáscara de arroz y bagazo de caña para mejorar sus propiedades para uso como material de sub rasante. Fue de estudio tipo experimental, la población de estudio fue un suelo natural existente en la zona, muestra y muestreo fue con respecto a la obtención de resultado brindado por los ensayos de laboratorio realizado, en la cual se extrajo 4 muestras. Los instrumentos empleados fueron los ensayos implementados en la Norma INVIAS-2013. Los resultados fueron que la relación entre el CBR y el % de CCA añadido al suelo, incrementa su porcentaje de CBR de un 23.56% y 13.41% y por otro lado el CBR y el % de CBCA añadido al suelo se incrementa el CBR en un 22.46% y 20.11%. Se concluyó que el residuo agroindustrial, aporta en la resistencia del suelo, esto indica que la CCA y CBCA provocan un efecto favorable en la subrasante debido a sus propiedades puzolanas, lo que hace una alternativa de solución favorable.

Gallardo, Cuanalo y Quintero (2018), en su artículo científico de investigación titulado, *Análisis del comportamiento de suelos de alta plasticidad con la adición del material de residuo en la fabricación de ladrillo cerámico*, donde tuvo como objetivo establecer cómo influye la adición de residuos de ladrillo cerámico en el comportamiento de los suelos expansivos. El tipo de estudio fue experimental. Cuya población de estudio fue en Pueblo Nuevo de Municipio de Ocaña Norte de Santander, la muestra y el muestreo se obtuvo de un tramo de 100m de la subrasante del suelo de estudio. Los instrumentos empleados fue realizar unos ensayos de laboratorio. En donde los principales resultados al emplear los residuos de ladrillo de cerámica, incrementaron las propiedades del suelo, en la cual se verifico que el índice de plasticidad disminuyo gradualmente al añadir solo un 10% de la mezcla y a la vez reforzó su resistencia del CBR favorablemente en un 3% más. Se concluyo empleando este residuo nos brinda

otra alternativa mas viable para mejorar el suelo debido que mejora las condiciones de las propiedades de los suelos con alta plasticidad.

Para la investigación se da a conocer las **bases teóricas a la variable dependiente que son las propiedades de un suelo arcilloso.**

Según Sandoval (2019), dice: **Los suelos arcillosos** son considerados como suelos pobres para el ámbito de la construcción debido que genera problemas en obras por sus propiedades y características insuficiente que posee en la arcilla, es por eso que se emplea diversas técnicas para mejorarlas. Cuya composición granulométrica es muy pequeña, en donde tiene un tamaño inferior a 2 micras (p.3).

Menciona Morenos (2018), **Un suelo blando se caracteriza** por tener una elevada plasticidad, sino que también con una elevada adsorción de agua, una de sus características que más resaltante es su capacidad de soporte, las cuales son considerados pocos inestables, si estos suelos no son tratados podría afectar la infraestructura de una carretera. Otra de sus características más comunes es cuando el suelo arcilloso pierde humedad, tiene de a sufrir una contracción, formándose grietas en la superficie del suelo. (pág. 11).

Las propiedades físicas no solo son medibles sino visible, en la cual podemos ver u compuesto y como está conformada.

Análisis granulométrico, este ensayo tiene la finalidad de precisar su tamaño de los granos del suelo, cuyo propósito es determinar los porcentajes del material pasante y retenido en los distintos tamices, en los cuales se indicará si son grava o fino. (Norma Técnica Peruana: Agregados 400.012:2013).



Figura 4: Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 107

Límites de Consistencia

En el **Límite Líquido**, según Crespo Villalaz (2004) nos dice que se da por el cambio de dos estados, en este caso: líquido y plástico. Es decir, cuando el suelo de lo que está en un estado plástico se transforma en líquido. El ensayo de limite liquido se hace mediante la copa de casa grande. (p.70).

En el **Límite Plástico**, nos menciona Crespo Villalaz (2004) que se manifiesta por el cambio de dos estados: plástico y semisólido. Es decir, cuando el suelo está en estado semisólido se transforma en plástico. El ensayo de limite plástico se hace formando cilindros de 3mm de diámetro con la humedad mínima, y hacerlos girar hasta que los cilindros presenten grietas. (p.76).

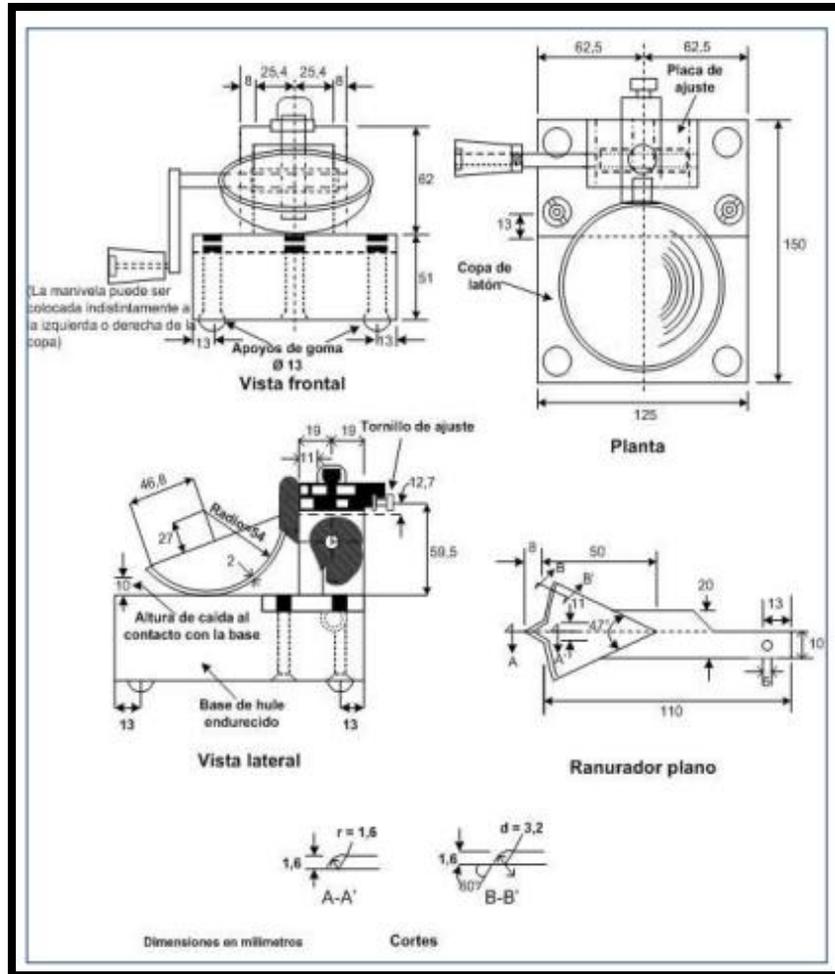


Figura 5: Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 110

Se denomina **Índice de Plasticidad**, en esta propiedad hace mención al contenido de humedad, es ahí como el suelo actúa de manera plástica. Por esta manera, Crespo Villalaz (2004) nos informa que se produce el cambio de dos estados, por ende, de un estado semisólido a estado sólido (p.78).

Cada material tiene distintas **propiedades mecánicas**, pero todas ellas están relacionadas con la fuerza que se les aplica.

El ensayo de Proctor modificado, para Braja M. Das, (2014), nos menciona que el ensayo nos deja precisar el nivel de compactación de un suelo en relación entre densidad seca y su contenido de humedad, a través de lo que viene a ser la compactación con 3 métodos. Tienen que tener 5 capas de los cuales se tienen que compactar con 25 golpes (Método A y B), el método C tiene que tener 56 golpes. (p. 59).

Según Rondón y Reyes (2015), nos indican que: “El ensayo de **Capacidad de soporte (CBR)** se realiza para estimar el índice de resistencia del suelo, donde los suelos tienden a tener bajo CBR, por ende, es obligatorio incrementar su resistencia. (p. 380).

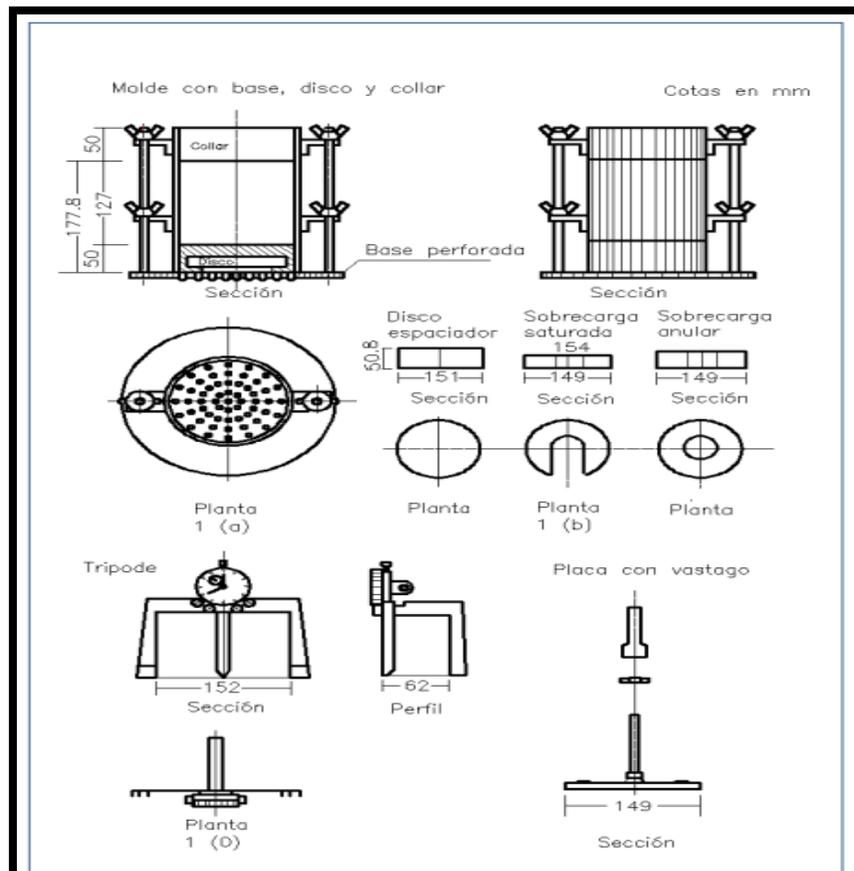


Figura 6: Ministerio de Transportes y Comunicaciones E 132

A continuación, se da a conocer la **base teoría referente a la variable independiente que es la ceniza de cáscara de huevo:**

Según Valdés (2009), nos dice: “forma parte de una capa que protege sin dañarlo [...], se realiza fases de gaseosos y líquidos con lo que lo rodea” (p.88). Ya que está compuesta por sustancia minerales y una de las más importantes es su formación es el carbonato de calcio en un (94 %) como componente principal.

La cáscara de huevo va hacer utilizado con la necesidad de estabilizar un suelo blando, cuya finalidad será reducir en la propiedad física, que vendría hacer los límites de consistencia y en aumentar su propiedad mecánica, que vendría a hacer su capacidad de soporte (CBR) del suelo expansivo, para una construcción.

Fernández y Arias (2010), define que: **Las propiedades de la cáscara de huevo**, tiene alojada como componente principal el carbonato de calcio, cuyo componente es primordial en la elaboración del cemento y entre otros componentes.

Composición	%
Agua	1.6%
Minerales	95.1%
Calcita	93.6%
Carbonato de magnesio	0.8%
Fosfato tricálcico	0.73%
Materia Orgánica	3.3%

Tabla N°1: Fernández y Arias (2010).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de estudio es aplicado, según Baena (2014) debido que la investigación aplicada a partir de las literaturas adquiridos a través de la exploración necesaria para establecer si esto pueden ser provechosamente aplicados con o sin mayor delicadeza para los propósitos definidos (p. 11). Por qué se realiza, cuando ya tenemos una información o teoría, sobre esos utilizamos esa teoría para aplicar con el fin de modificar o producir cambios.

El nivel es explicativo, menciona Hernández, Fernández y Baptista (2006) “su principal interés es expresar porque sucede este fenómeno y en qué términos se da en las variables relacionadas” (p. 74). Ya que, nos permitió conocer un panorama más centrado en la causa y efecto que ocurre con la manipulación intencional con la variable dependiente.

El **enfoque fue cuantitativo**, para Niño (2011) que “cualquier investigación cuantitativa tiene que ver con un número máximo de población y por ello su enfoque es la medición con referencia a magnitudes” (p. 29). Por consiguiente, se buscará recolectar datos para probar la hipótesis relacionada al mejoramiento de las propiedades, con la finalidad de mostrar la importancia de aplicar la ceniza de cáscara de huevo, evidenciándolo en forma numérica y sustentada mediante los ensayos que se va a realizar.

Es de **método científico**, Vara (2015) menciona, que el método científico brindara la ayuda necesaria para llegar a la conclusión, siguiendo unos pasos, con el objetivo de corroborar la información obtenida (p.31). Por qué el proyecto de investigación quiere dar respuestas a las pregunta o dudas observadas en el problema, llegando así a una conclusión y recomendación sobre las hipótesis planteadas.

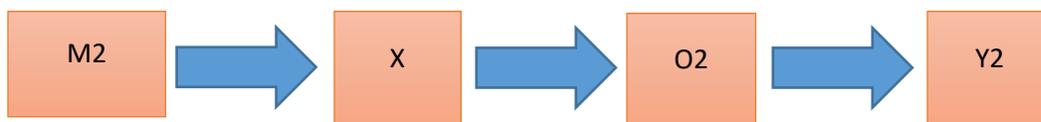
El diseño del proyecto de investigación es experimental, de nivel cuasi-experimental, “los diseños experimentales, en donde se manipulan intencionalmente la variable, para resolver los efectos que tienen sobre una variable dependiente” (Pino Gotuzzo, 2007, p. 187). Ya que, se manipula la variable independiente, debido a que se añadirá diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de huevo hasta observar la influencia en las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso.

Esquema de investigación:

Grupo Control



Grupo Experimental



M: Muestra de suelo

X: Variable independiente: Ceniza de cáscara de huevo

O: Resultados obtenidos

Y: Variable dependiente: Propiedades de un suelo arcilloso

(-) Sin estímulo

3.2. Variables, Operacionalización

La investigación cuenta con 2 variables, las cuales son:

Variable Independiente V1: Ceniza de cáscara de huevo

Variable Dependiente V2: Propiedades de un suelo arcilloso

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable Independiente	Según Valdés (2009) nos dice, que “la cáscara de huevo tiene componentes de suma importancia, una de ellas es el carbonato de calcio en un 94%, cuyos están presentes en los aditivos tradicionales como el cemento y la cal.” (p.88).	A fin de estudiar las cenizas de cáscara de huevo se tomará motivos los porcentajes añadidos que se añade a la subrasante, los cuales están en relación de 5%,10% y 15%. (fuente propia).	Porcentajes	Adición de 5% de C.C.H.	Razón
Ceniza de cáscara de huevo				Adición de 10% de C.C.H.	
				Adición de 15% de C.C.H.	
Variable Dependiente	El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014), nos menciona que “mejorar las propiedades tanto mecánicas como físicas del suelo haciendo uso de procesos mecánicos o agregando productos químicos. Esto se realiza cuando la capacidad portante de la subrasante del suelo es baja o pobre” (p.92).	Se ensayarán los comportamientos físicos y mecánicos del suelo específicamente en la subrasante, realizando prueba patrón y prueba experimental añadiendo ceniza de cáscara de huevo. (Fuente propia)	Propiedades Físicas	Análisis Granulométrico Límites de Consistencia	Razón
Propiedades de un suelo arcilloso				Propiedades Mecánicas	

Fuente: Elaboración propia

Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Alfaro (2012) menciona que “[...]se conoce como población o universo aun grupo de comunidad o individuos, en las cuales serán nuestro motivo de estudio”. (p.52).

La población estará conformada por 3 calicatas previamente extraídas del tramo de Llochegua las cuales tendrán una profundidad de 1.50m por debajo de la subrasante, se realizará un perfil estratigráfico, donde se visualizará los diferentes estratos los cuales compondrán a cada una de las calicatas realizadas. Posteriormente se realizarán los ensayos de laboratorio a cada una de las muestras de las calicatas C1, C2 y C3, sin ninguna adición del producto estabilizante. Finalmente, se analizará los resultados obtenidos en el laboratorio y se tomará como muestra patrón, el suelo más desfavorable, el cual será sujeto de experimentación donde se le añadirá el producto estabilizante en porcentajes de 5%,10% y 15% con fines de comparación.

Tabla N°2. Cuadro para ensayos de Proctor modificado y CBR de las calicatas sin adición del producto estabilizante.

PROPIEDADES MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO Y CBR)			
Calicata	Muestra	Sin adición	Total
C1	M1	1	1
C2	M1	1	1
C3	M1	1	1

3

Tabla N°3. Cuadro de propiedades físicas sin adición del producto estabilizante.

PROPIEDADES FISICAS (LIMITES DE CONSITENCIA)			
Calicata	Muestra	Sin adición	Total
C1	M1	1	1

C2	M1	1	1
C3	M1	1	1
			3

Tabla N°4. Cuadro de porcentaje de adición de ceniza de cáscara de huevo a la calicata con la muestra más desfavorable, para la determinación de las propiedades mecánicas.

PROPIEDADES MECÁNICAS CON ADICION DE C.C.H.					
CALICATA	MUESTRA	5%	10%	15%	TOTAL
M. PATRON	M1	1	1	1	3

Tabla N°5. Cuadro de porcentaje de adición de ceniza de cáscara de huevo a la calicata con la muestra más desfavorable, para la determinación de las propiedades físicas.

PROPIEDADES FÍSICAS CON ADICION DE C.C.H.					
CALICATA	MUESTRA	5%	10%	15%	TOTAL
M. PATRON	M1	1	1	1	3

3.3.2. Muestra

Es considera como un subgrupo representativo del conjunto, en la cual vamos a extraer datos en donde será útil para muestra investigación. (Borja, 2012, p.31).

Se analizará los resultados obtenidos en el laboratorio y se tomará como patrón el suelo más desfavorable, que será con adición de ceniza de cáscara de huevo para el mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso. Las cuáles serán ejecutadas y analizadas en un laboratorio especializado. Se consideró 2 muestras por cada calicata realizada, se realizará los ensayos respectivos.

3.3.3. Muestreo

3.3.3.1. Tipo de muestreo

Para este acontecimiento es de **tipo no probabilístico**, por consiguiente, los componentes serán elegidos por conveniencia y no aleatoriamente. Ya que, me va convenir tomar el suelo con el CBR más desfavorable y con el índice de plasticidad más alto.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

3.4.1. Técnica de recolección de datos

Según Arias (2012). “Este proceso se puede realizar de diferentes maneras para el registro de datos. Las cuales son como N°1 la observación de forma directa, también lo que viene a ser la encuesta el cual se presenta en dos modalidades: oral o escrita también puede ser llamado como cuestionario, otra de las formas es la entrevista, etc. “. (p.111)

Por fines de obtener, registrar datos y resultados, se realizarán pruebas en el laboratorio, una de las técnicas la cual se aplicará en esta investigación será la observación de forma directa, teniendo como acción de la percepción intencional hacia lo que pueda suceder a la hora del muestreo en campo, así mismo los resultados y datos los cuales son arrojados deberán ser cuidadosamente registrados y recolectados, los cuales posteriormente deberán ser digitados en una plantilla de Excel aprobada. Para finalmente ser correctamente interpretada y presentada.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo del presente estudio se usarán fichas los cuales serán diseñados correctamente según sugiera cada ensayo, de tal forma que podamos realizar la recolección de datos los cuales serán arrojados en el laboratorio, las fichas para ensayo de análisis granulométrico, ficha para ensayo límites de consistencia, Proctor y CBR, estos estarán basados en exigencias de acuerdo a la norma con la cual se va aplicar el ensayo, también se hará uso de la cámara fotográfica, este

ayudará a recolectar evidencias en fotografías, que me permitirá medir y adquirir resultados de manera confiable y directa en los distintos instrumentos, para que nos proporcionen información válida y confiable. **(ver anexo 2)**

3.5. Validez y Confiabilidad del instrumento

Para avalar la validez y confiabilidad de los utensilios de medición, se optará a exhibir los certificados de calibración de los equipos de laboratorio de mecánica de suelos por un laboratorio acreditado. Asimismo, los resultados que voy a obtener serán válidos y confiables.

3.6. Procedimiento

Para el desarrollo del procedimiento de la investigación, se enfocará en los siguientes procesos en 3 etapas

1. Obtención de muestra de campo (MTC E 104)

I. Objetivo del ensayo

Obtener información sobre las condiciones estratigráficas del terreno, a través de una exploración de campo.

II. Equipos

- Pico
- Pala
- Barreta,
- Equipo de protección personal (EPP),
- Cinta métrica
- Bolsas de polipropileno.

III. Procedimiento

Se realizará 3 calicatas para la extracción de muestra del suelo, que serán 120kg por calicata con las dimensiones de 1.20m de largo y 0.70m de ancho, con una profundidad de 1.50m, con el fin de conocer la estratigrafía del suelo. Se trasladará el suelo extraído al laboratorio en bolsas de polipropileno para mantener su contenido de humedad.

Las muestras deberán estar correctamente etiquetadas, los cuales tendrán con un nombre con el cual facilite la identificación y evite confusiones a la hora de llegar al laboratorio

2. Estudio de Mecánica de Suelos

Se realizarán los ensayos necesarios como:

Cuarteo de muestra (MTC E 105)

I. Objetivo

Obtener de una muestra, fracciones representativas de tamaño para efectuar las pruebas de laboratorio que se requieran realizar.

II. Equipos

- Balanza
- Pala
- Cucharones
- Charolas
- Lona ahulada
- Brocha
- regla metálica.

III. Procedimiento

- ✓ Obtenido las muestras de suelos correctamente etiquetadas, se procedió a realizar el cuarteo de muestra de manera manual.

- ✓ Se mezcla todo el material de la muestra hasta que presente un aspecto homogéneo, traspaleándolo de un lugar a otro, sobre una superficie limpia, plana y lisa, de preferencia cubierta por una lona.
- ✓ Una vez homogeneizada la muestra, se cuarteará la muestra en donde vamos a escoger la muestra más representativa del suelo extraído. Se tendrá cuidado de distribuir y de no perder material en cada operación del cuarteo, para la cual la brocha nos ayudará.

Análisis granulométrico por Tamizado (MTC E 107)

I. Objetivo

Obtener los diferentes tamaños de partículas de la muestra, mediante un tamizado.

II. Equipos

- Balanza
- Tamices
- Horno con temperatura uniformes y constantes hasta de 110°C
- Recipientes y cepillo

III. Procedimiento

- ✓ Antes de proceder, se realizará el secado de una fracción de la muestra para realizar el ensayo requerido.
- ✓ Se prepara la muestra, en donde se retendrá el material en la malla N^o4 y pasante de la misma malla.
- ✓ El proceso de tamizado de la fracción retenida en el tamiz N^o4, las fracciones de la muestra retenida en el tamiz N^a4 serán las divididas según su tamaño de partículas según los tamices indicados.

- ✓ El proceso de tamizado se da por el zarandeo en todas las direcciones sin perder material, luego se procede a mover los tamices de manera individual para obtener el peso por malla.
- ✓ Las fracciones de la muestra pasante del tamiz N°4 se procederá a tomar una fracción de 120gr en suelos arenosos y 65 en suelos limosos, ya pesados se procederá a lavar por el tamiz N°200 sin perder material y continuamos secar y tamizar por lo tamices inferiores al N°4.

Ensayo de Límite Líquido (L.L.) (MTC E 110)

I. Objetivo

Este ensayo consiste en determinar el contenido húmedo expresado en porcentaje, este resultado se obtiene a través de los límites del estado líquido y plástico.

II. Equipos

- Copa de Casagrande.
- Balanza
- Recipientes
- Acanalador especial para la prueba.
- Taras
- Espátulas

III. Procedimiento

- ✓ Se procederá a tomar el material pasante por la malla N°4, en el cual se material fino que posteriormente se tamizará por la malla N°40 tomando una cantidad de 120gr y luego se humedece para finalmente dejar reposar por 12horas en reposo para que se humedezca.
- ✓ Luego del reposo se ensaya tomando una cantidad adecuada y se coloca en la copa de Casagrande con una profundidad de 10mm, en donde se hace una división con el acanalador y posteriormente se procede a ensayar empleando la copa de Casagrande haciéndole caer 25 golpes a una distancia de 1cm,

cuyo fondo debe de tener una distancia de 13mm de unión entre ambos lados, se tomará una porción de una parte unida, se pesar y secar.

Ensayo de Limite Plástico (L.P) (MTC E 111)

I. Objetivo

Este ensayo nos ayuda a determinar el limite plástico por medio de ensayos de laboratorio y cálculo de índice de plasticidad con una previa determinación del límite líquido

II. Equipos

- Balanza
- Espátula
- Horno
- Recipientes
- Tamiz N° 40
- Agua destilada
- vidrio grueso esmerilado

III. Procedimiento

- ✓ Se procederá a encontrar la humedad más baja con la cual da una forma de un cilindro, haciendo el uso de la palma de las manos. Rodando el material hasta alcanzar un diámetro de grosor de 3.2mm todo sobre un vidrio de 6mm para la elaboración del ensayo. Luego de lograr el diámetro adecuado se procede a tomar un peso representativo del material ensayado, se procede a llevarlo al horno para su secado y finalmente se hace el cálculo de contenido de humedad (w%)

Cálculos de Índice de Plasticidad (I.P)

Para determinar el porcentaje de índice de plasticidad, se calcula de la siguiente formula:

$$\text{Limite liquido} - \text{Limite plástico} = \text{Índice de Plasticidad}$$

Y se usara el termino NP (no presenta), si no se puede determinar el límite liquido o limite plástico por el ensayo.

Proctor Modificado (MTC E 115)

I. Objetivo

Este ensayo nos ayudara a determina el contenido de humedad (%) para alcanzar la máxima densidad seca del suelo (kg/cm^2).

II. Equipos

- Molde de 4" y 6" para los distintos métodos utilizados y requeridos
- Pisón o martillo para operar manualmente.
- Balanza
- Horno que conserve temperaturas termostáticamente $110^\circ \pm 5^\circ \text{C}$.
- Herramienta de mezcla

III. Procedimiento

- ✓ El ensayo de Proctor modificado esta basado en el proceso de compactación del suelo, en la cual será de utilidad compactar el suelo a la máxima densidad previamente habiendo humedecido el suelo optimo contenido de humedad también determinado, para el suelo a tratar se trabajará con los porcentajes de 5%, 10% y 15% y se realizara el ensayo de Proctor modificado y California Bearing Ratio, los ensayos mencionados serán empleados con los porcentajes mencionados con la ceniza de cáscara de huevo.

California Bearing Ratio – CBR (MTC E 132)

I. Objetivo

Finalmente, el ensayo de Próctor modificado será de utilidad para la realización de los ensayos de CBR por donde vamos a determinar el índice de resistencia del suelo estudiado.

II. Equipos

- Probetas metálicas
- Espaciador especificado con medidas exactas
- Para medir la expansión
- Herramienta variada: balanza, horno a temperatura a 110°C
- Tanque para inmersión para saturar.

III. Procedimiento

- ✓ La muestra preparada según el método identificado por el Proctor modificado se procederá a realizar el ensayo de C.B.R. en donde se empleare de 5 capas en un recipiente metálico, en la cual estará verificada y calibrada. La cantidad de golpes a realizar serán de 12, 25 y 56 golpes por cada capa.
- ✓ Últimamente se llevará a un pozo donde se medirá su expansión que se registrará, luego se esperará 4 días y se medirá su expansión.

3. Gabinete

Procesamiento de datos, en la cual se procederá analizar los datos obtenidos del laboratorio utilizando plantillas de Excel, para facilitar los cálculos.

3.7. Método de análisis de datos

El análisis de los datos obtenidos en la presente investigación se realizará mediante hojas de cálculo Excel y también mediante gráficos de barras o pasteles, que faciliten la interpretación. Los resultados obtenidos serán corroborados con las Normas Técnicas Peruanas, de modo que el proyecto de investigación sea congruente.

3.8. Aspectos éticos

La información tomada tiene respaldo de investigaciones nacionales e internaciones que contribuyen con la calidad del proyecto de investigación, realizada de tesis de grado (post y maestría), libros, artículos de investigación y revistas, que fueron obtenidas de páginas confiables como Google Académico, Scopus, Scielo, Renati, entre otras. En la cual, se encuentra respectivamente citados según la Norma APA.

Asimismo, la investigación planteada, se desarrollará con el fin de conseguir información verídica, a través de técnicas e instrumentos de recolección de datos, ya que los formatos están estandarizados por las Normas Técnicas Peruanas y ASTM.

Además, se rige en la estructura metodológica brindada por la Universidad Cesar Vallejo, donde el proyecto de investigación será pasado por el programa anti plagio Turniting, indicando el nivel de similitud.

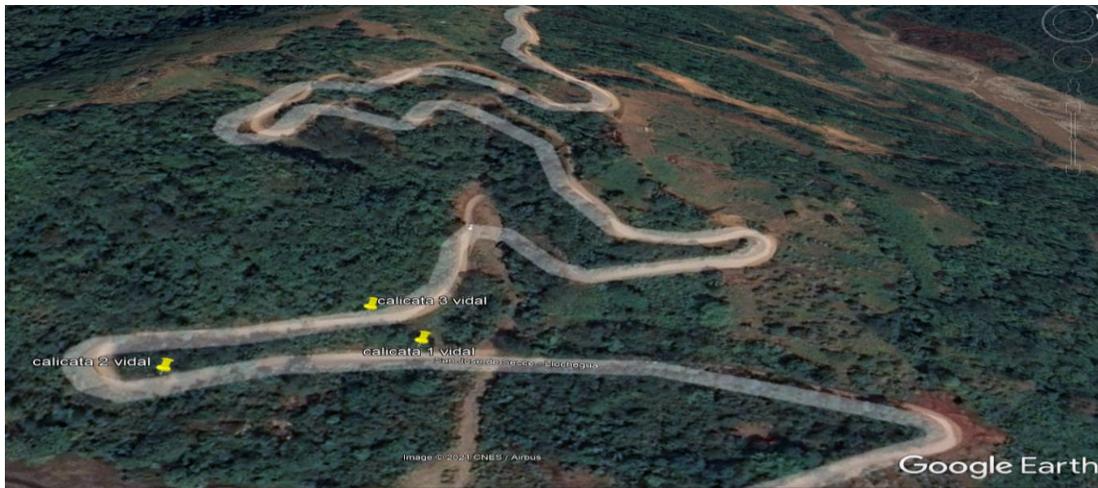
IV. RESULTADOS

Reconocimiento del campo

Zona de estudio

Ubicación: San José de Secce-Llochegua- Ayacucho

Figura 7: Ubicación de las calicatas



Fuente: Google Earth



Fuente: Google Earth

Coordenadas de la excavación de las calicatas

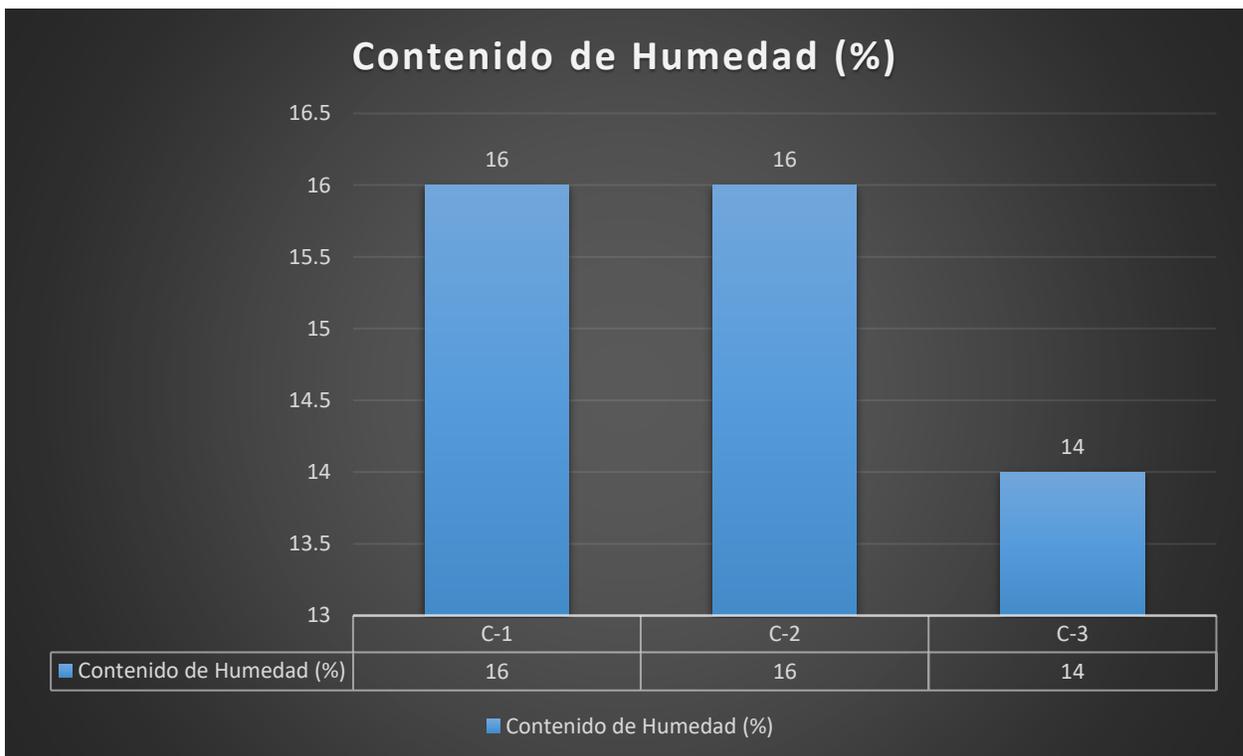
Tabla 6: Coordenadas de la excavación de las calicatas

Excavación	Profundidad (m)	Latitud	Longitud
C-1	1.50	12°24'57.52"S	73°55'15.47"O
C-2	1.50	12°25'1.07"S	73°55'15.58"O
C-3	1.50	12°24'58.03"S	73°55'16.37"O

Ensayos realizados para el suelo arcilloso:

4.1.0 Resultados del Contenido de Humedad

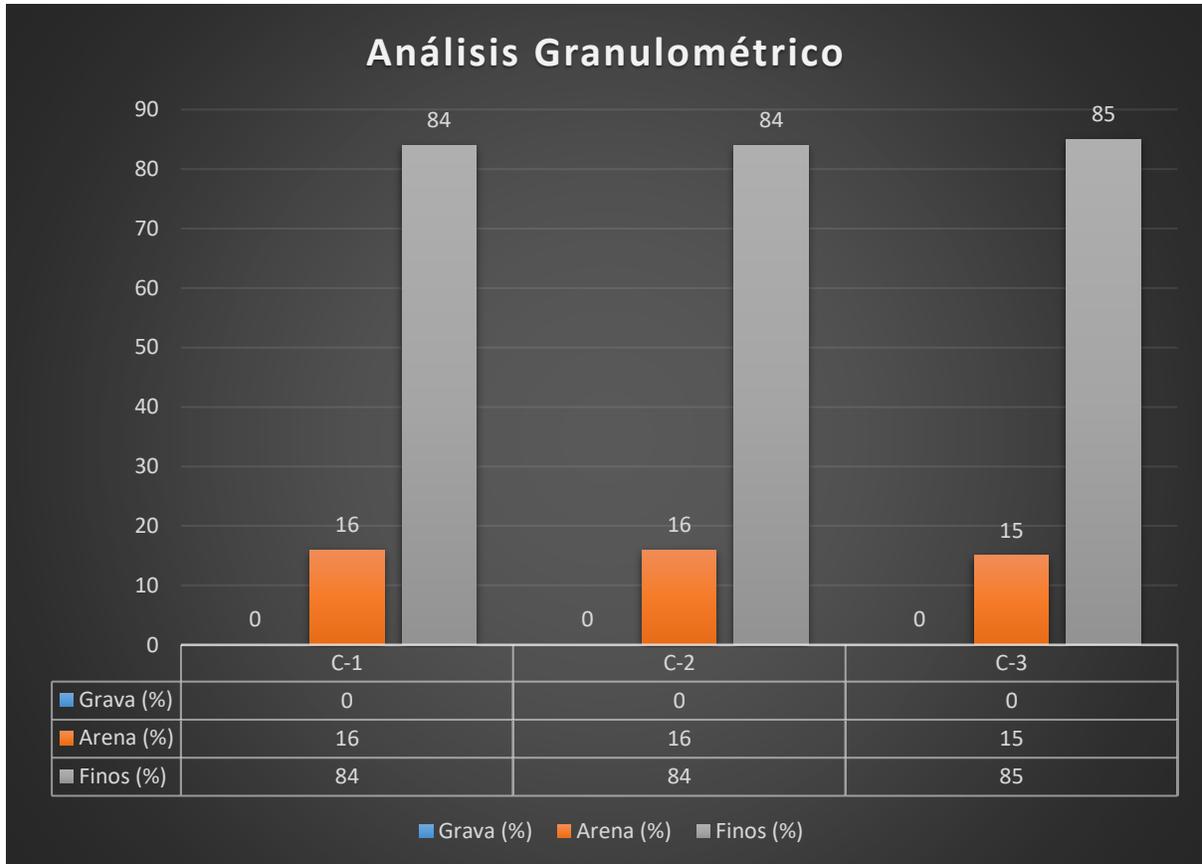
Gráfico N°1: Gráfico del Contenido de Humedad (%)



Fuente: Elaboración Propia

4.1.1 Resultados del Ensayo Granulométrico

Gráfico N°2: Gráfico del Ensayo Granulométrico



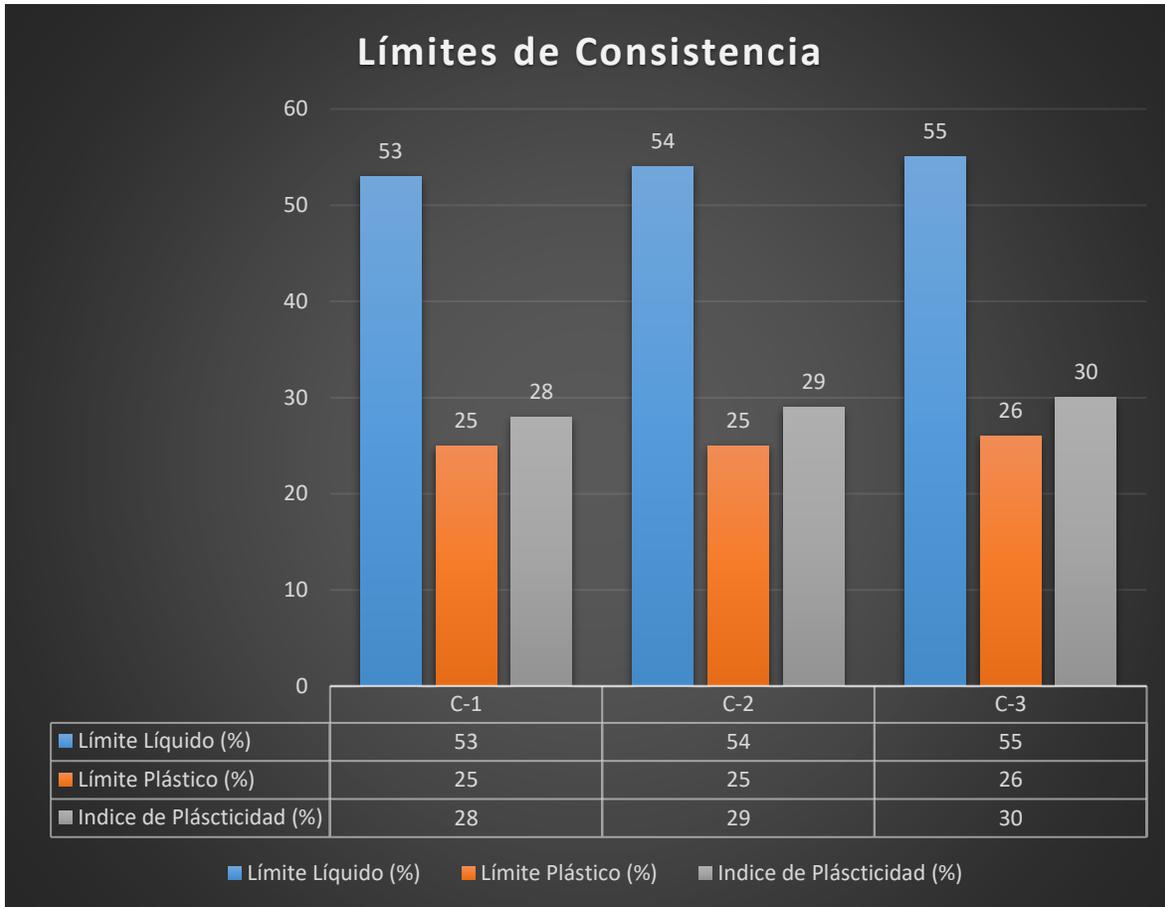
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Teniendo como resultado, en donde se extrajo 03 calicatas del suelo extraído, dándonos que la calicata 01 tiene grava con un porcentaje del 0 %, un 16% de arena y un 84% de finos, por otra parte, la calicata 02 se obtuvo 16% de arena y un 84% de finos y finalmente la calicata 03 se obtuvo 15% de arena y un 85% de finos. En las 3 calicatas tenemos una simbología CH según SUCS, y el MTC nos indica que es un suelo altamente plástico.

4.1.2.- Resultados de los ensayos de Límites de Consistencia

Gráfico N°3: Gráfico del Ensayo de Límites de Consistencia



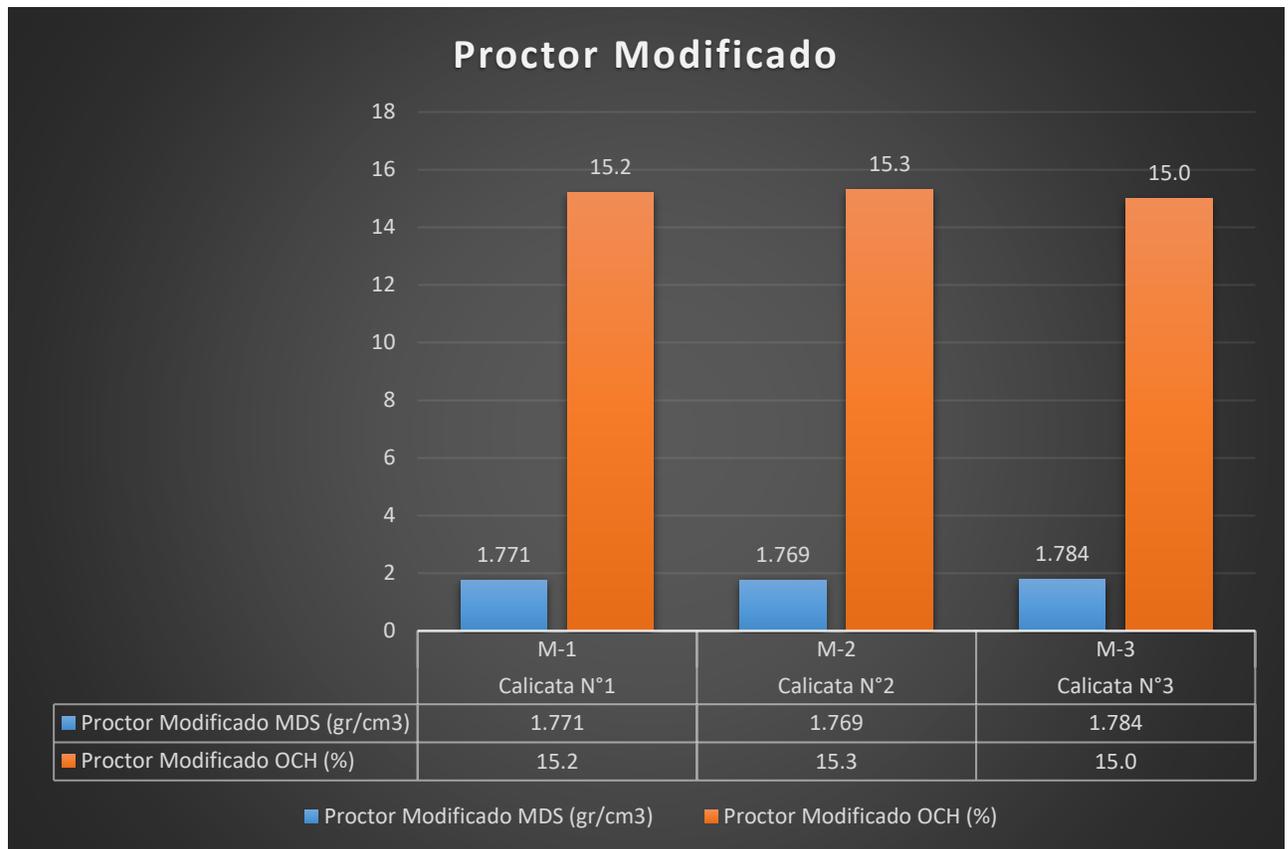
Fuente: *Elaboración Propia*

Interpretación:

Los ensayos de Límites de Consistencia, se obtuvo el siguiente resultado que realice al suelo patrón, cuyos resultados arrojados fue un IP de 28% de la calicata 1, 29% de la calicata 2 y 30% de la calicata 3. Esto nos dice que los suelos tienen un índice de plasticidad muy similares, nos da a entender que el suelo es pobre.

4.1.3.- Resultados de los ensayos de Proctor Modificado

Gráfico N°4: Gráfico del Proctor modificado



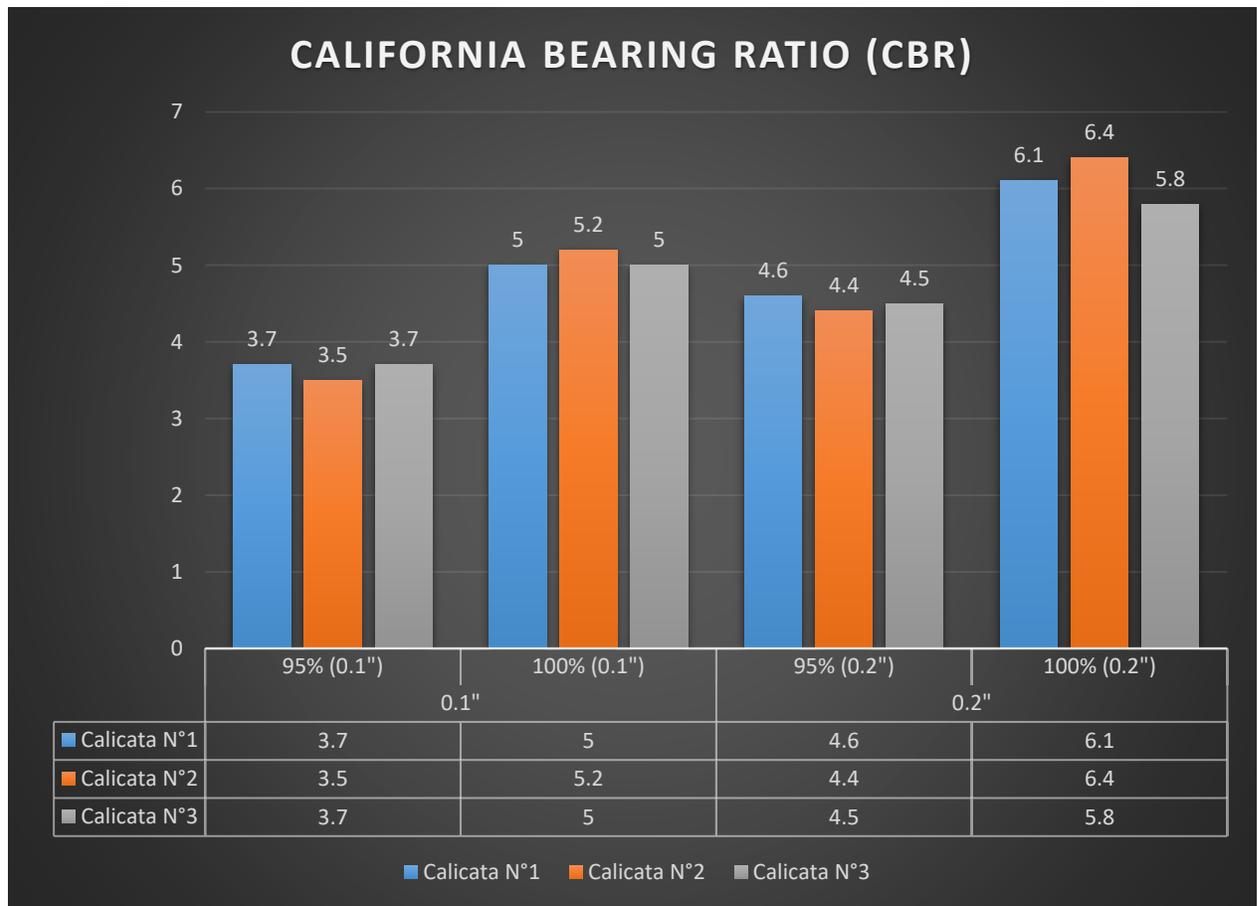
Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

En los ensayos del suelo natural del Proctor modificado podemos ver, que en la calicata 1 tenemos máxima densidad seca (MDS) de 1.771 (gr/cm³), calicata 2 MDS de 1.769 (gr/cm³) y la calicata 3 MDS de 1.784 (gr/cm³). Por el otro lado tenemos los resultados del Optimo Contenido de Humedad (OCH), para la calicata 1 e de 15.2%, la calicata 2 es de 15.3% y la calicata 3 15.0%, con estos resultados podemos decir que la MDS y el OCH del suelo natural de las tres calicatas son similares entre sí.

4.1.4.- Resultados de los ensayos de C.B.R.

Gráfico N°5: Gráfico del California Bearing Ratio (CBR) de las 3 calicatas



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

Los ensayos del suelo natural de la Relación Soporte California podemos mirar que la calicata 1 tenemos un CBR al 100% del MDS de 5%, en la calicata 2 tenemos un CBR al 100% del MDS de 5.2% y en la calicata 3 un CBR AL 100% de la MDS de 5%. Según el Manual de Carreteras un CBR menor a 6% es considerado una subrasante insuficiente, por ende, teniendo así que proceder a mejorarlo.

4.2.- Obtención de la ceniza de cáscara de huevo

Se procedió a hacer una recolección de cascara de huevo obteniendo unos 30kg, para luego realizar la molienda de este material para que sea más fácil de quemarlo y obtener C.C.H.

Figura 8: Moliendo la cáscara de huevo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9: Polvo de cáscara de huevo



Fuente: Elaboración Propia

Para la obtención de la ceniza de cáscara de huevo, se realizó la quema de un horno cilíndrico a una temperatura de 350°C a 440°C. En donde se dejó prendiendo por más de 4 horas hasta obtener la ceniza.

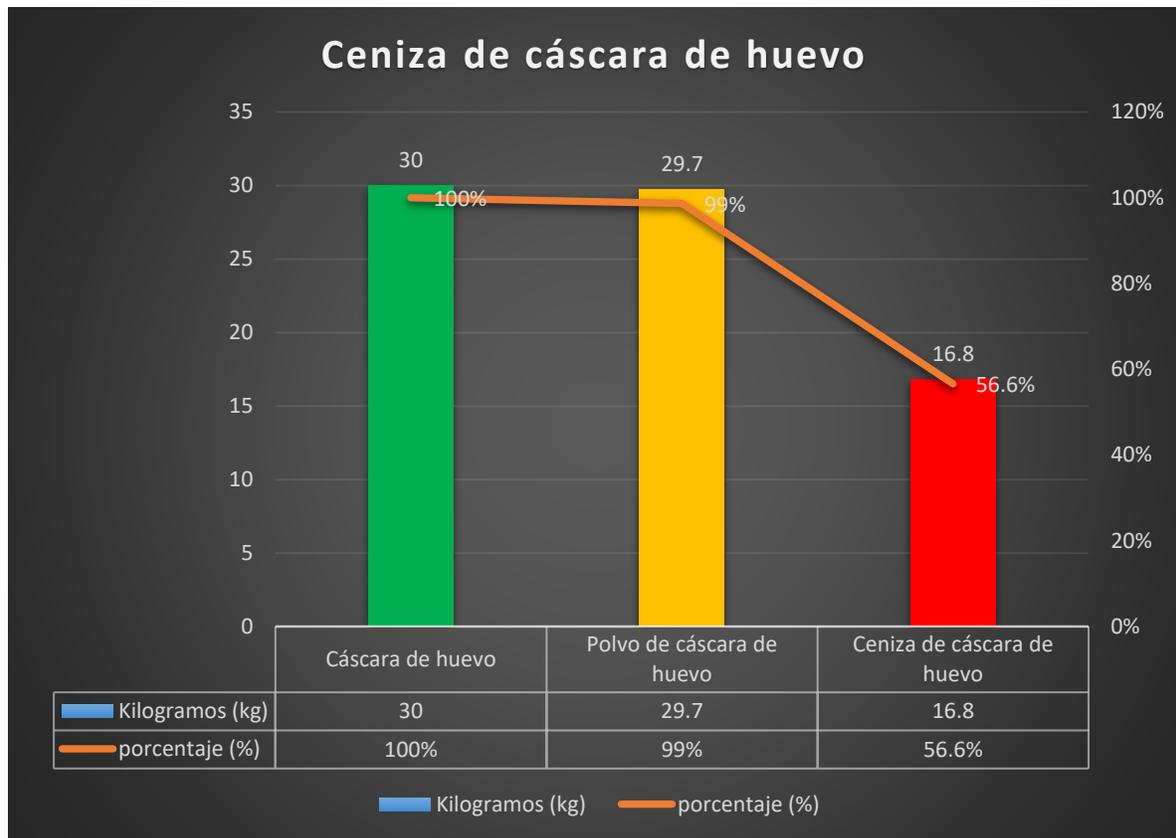
Figura 10: Ceniza de cáscara de huevo



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 Perdida de porcentaje del material estabilizador

Gráfico 6: Resultados de perdida de material en la calcinación



Fuente: Elaboración Propia

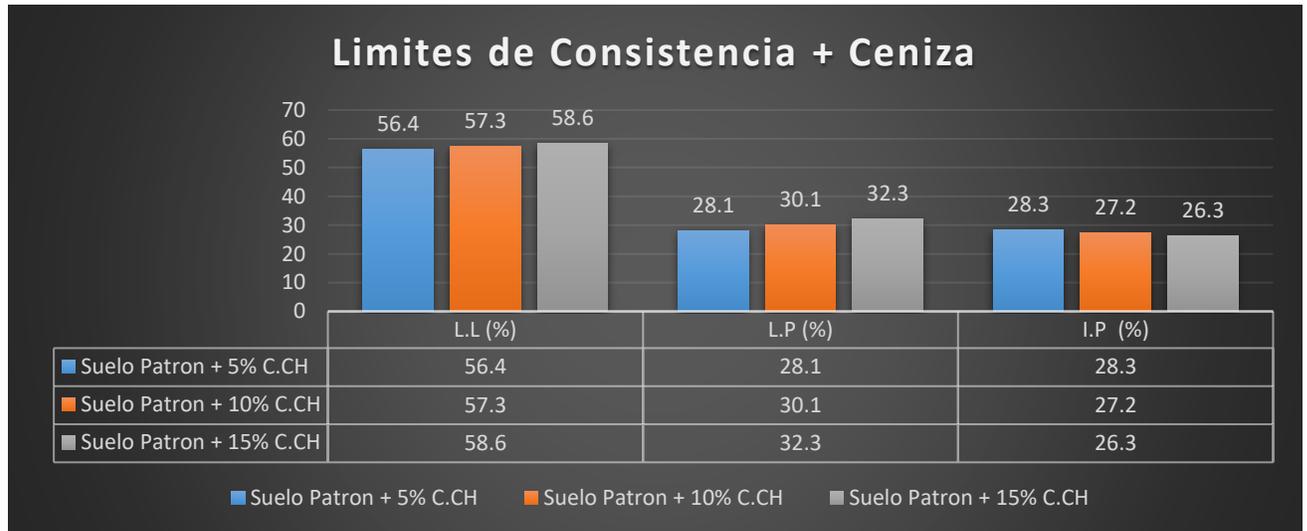
Interpretación:

Como se observa en el gráfico, se recolectó 30kg de material estabilizante que se procedió a molerlo para que su calcinación sea más rápida, pero en el transcurso de la molienda se perdió dicho material unos 300gramos. Posteriormente, se llevó a un horno a una temperatura de 350°C a 440°C, para eliminar todo material orgánico que presenta, y en el transcurso se perdió más del material. Finalmente, se obtuvo de 30kg el peso inicial a 19.50kg el peso final que vamos a emplear en la muestra más desfavorable.

4.3 Resultados de los ensayos de Límites de Consistencia + C.C.H

Prueba 1

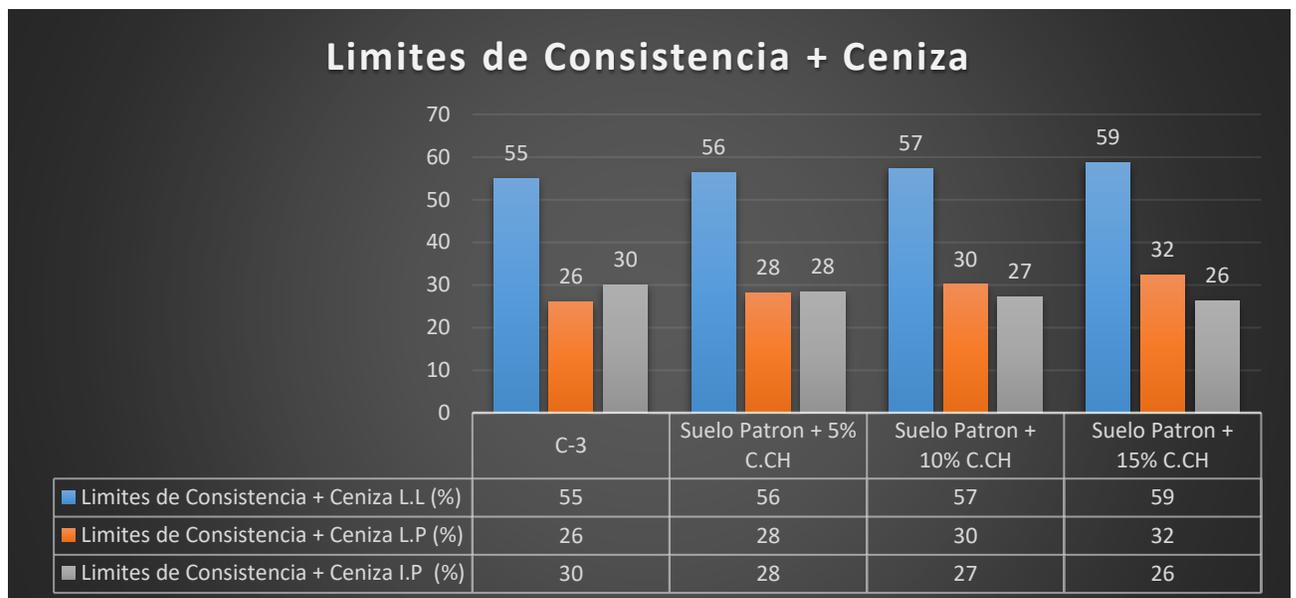
Gráfico 7: Resultados del Ensayo de Límites de Consistencia + C.C.H



Fuente: Elaboración Propia

Prueba 2

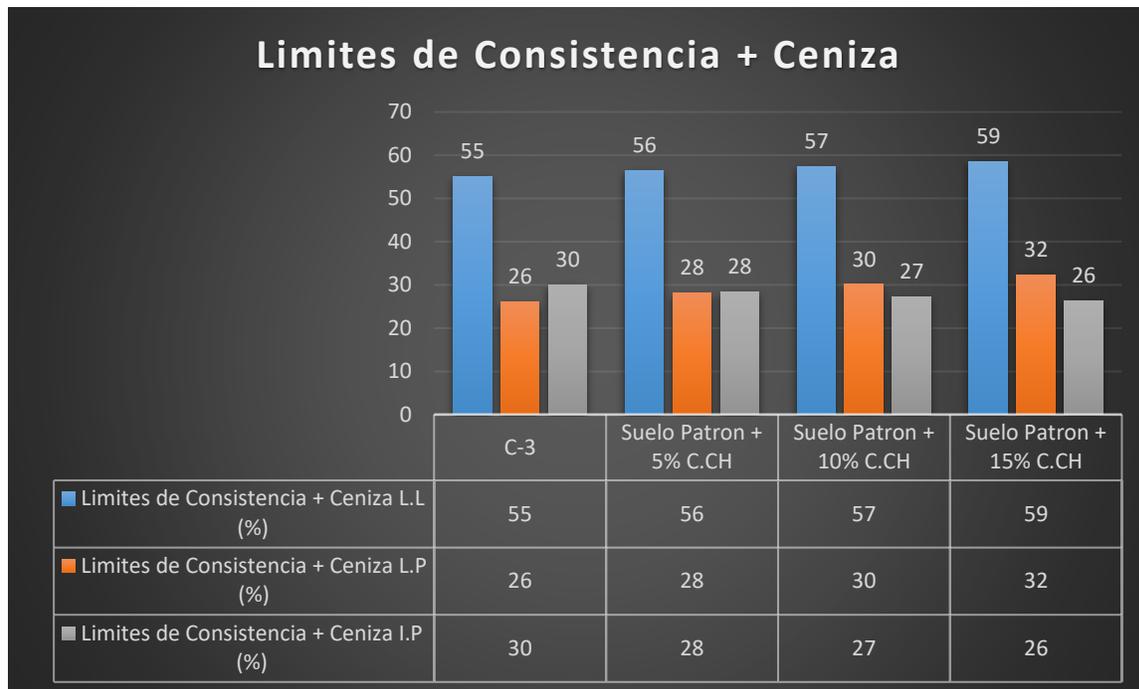
Gráfico 8: Resultados del Ensayo de Límites de Consistencia + C.C.H



Fuente: Elaboración Propia

Prueba 3

Gráfico 9: Resultados del Ensayo de Límites de Consistencia + C.C.H



Fuente: Elaboración Propia

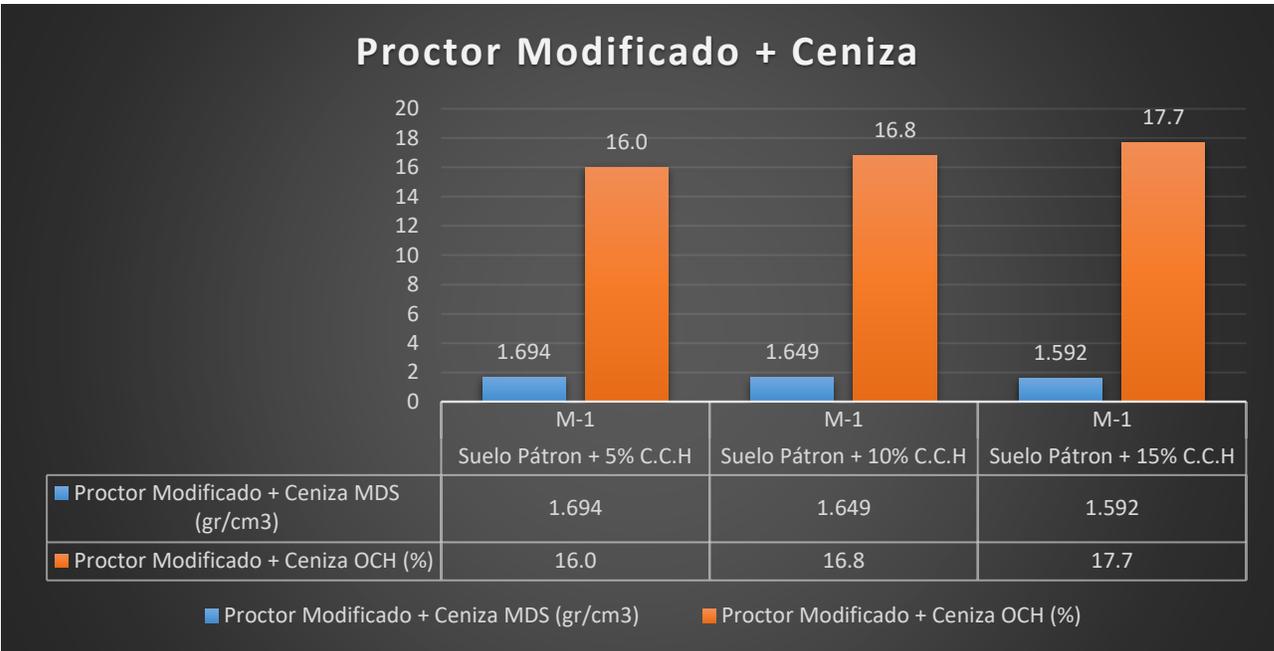
Interpretación:

En el gráfico se puede observar que el índice de plasticidad de la muestra patrón con adición disminuye gradualmente cuando se le adiciona cierto porcentaje de C.C.H.

4.3.1 Resultados de los ensayos de Proctor Modificado +C.C.H

Prueba 1

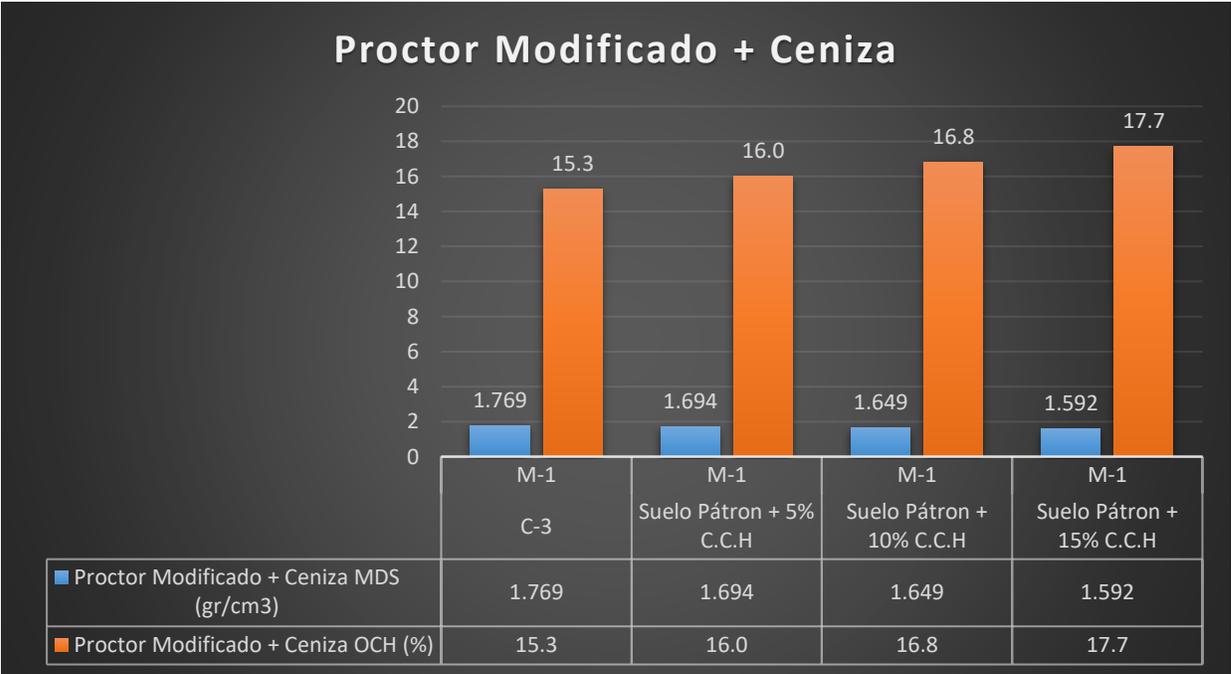
Gráfico 10: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado + C.C.H



Fuente: Elaboración Propia

Prueba 2

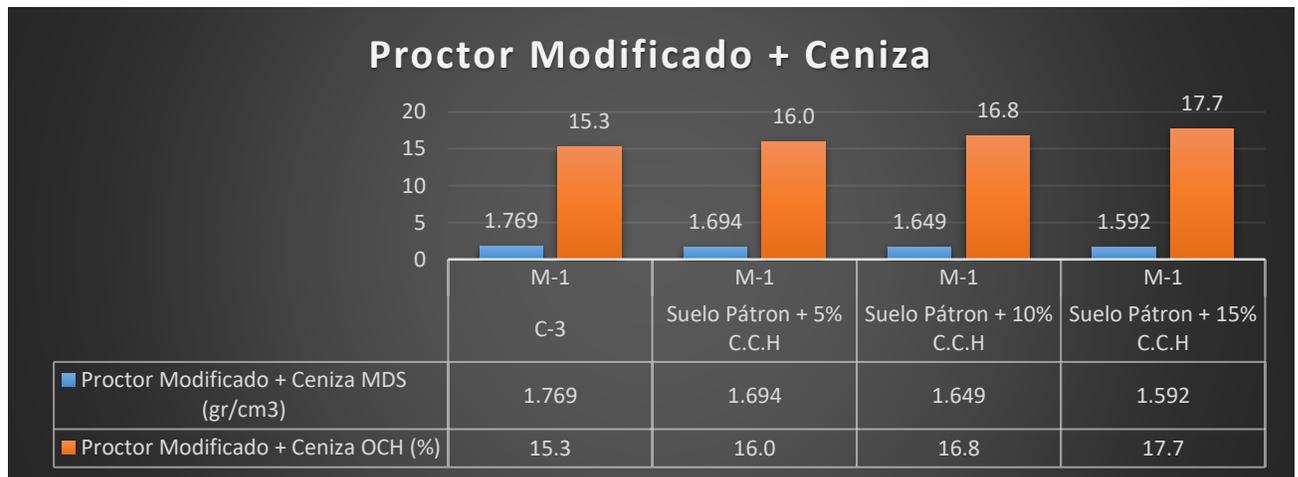
Gráfico 11: Resultados del Ensayo de Proctor modificado + C.C.H



Fuente: Elaboración Propia

Prueba 3

Gráfico 12: Resultados del Ensayo de Proctor modificado + C.C.H



Fuente: Elaboración Propia

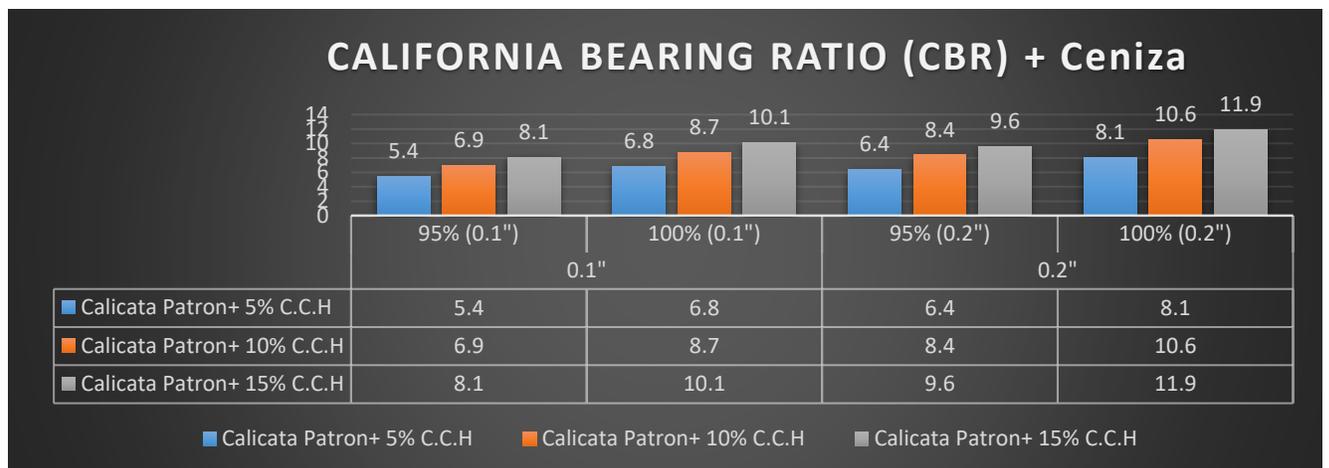
Interpretación:

En cada muestra mientras más cantidad de C.C.H se le adicionaba, se observaba que aumentaba el resultado del O.H en las muestras, mientras que su M.D.S disminuye.

4.3.2 Resultados de los ensayos de C.B.R.+ C.C.H

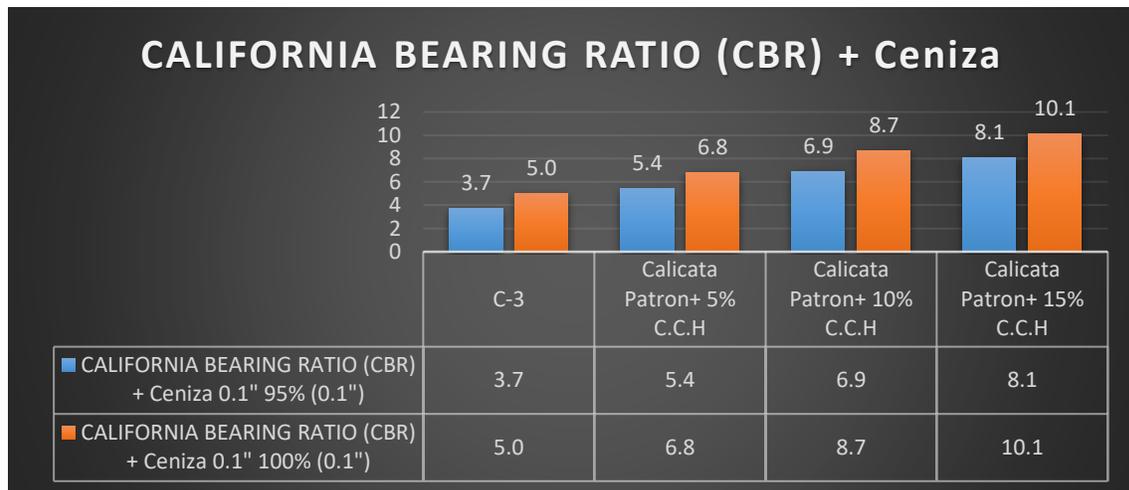
Prueba 1

Gráfico 13: Resultados del Ensayo del C.B.R. + C.C.H



Prueba 2

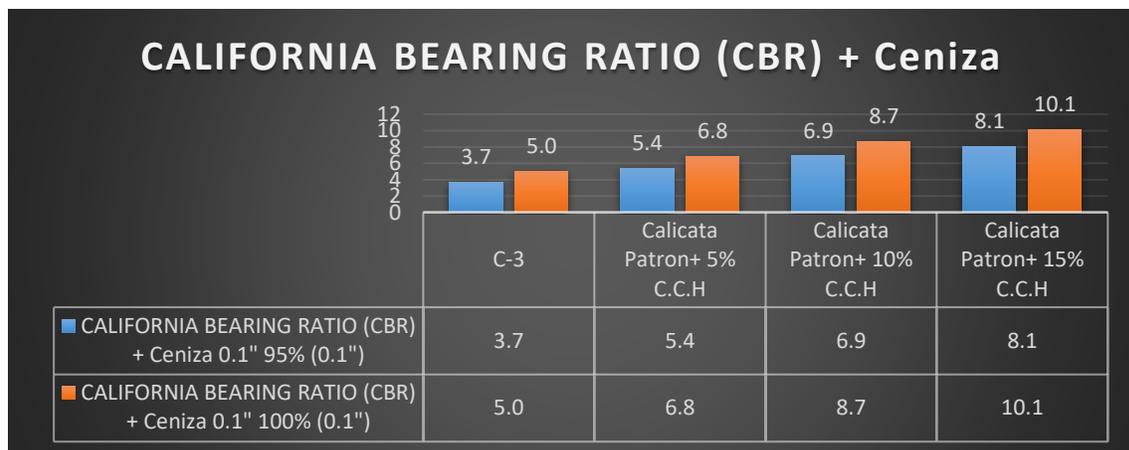
Gráfico 14: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) + C.C.H



Fuente: Elaboración Propia

Prueba 3

Gráfico 15: Resultados del Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) + C.C.H



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Para realizar este ensayo se adicionó 5%, 10% y 15% de C.C.H en la muestra patrón con adición. En el gráfico se puede observar las diferentes resistencias obtenida del ensayo CBR, con la muestra de suelo patrón más desfavorable, que fue mejorada con la C.C.H.

Contrastación de hipótesis

Límites de Consistencia

Para la prueba de hipótesis se realizó el procesamiento de los resultados (datos) de los Límites de Consistencia obtenidos con la aplicación de C.C.H en tres porcentajes diferentes (ver tabla), a las muestras del suelos extraídos de las tres calicatas C-1, C-2 y C-3, Para lograr la comprobación de la hipótesis específica y llegar a la decisión estadística, por lo cual se planteó la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis Alternativa (H_1), que son las siguientes:

Para verificar su efectividad de la C.C.H en la subrasante, se realizó tres medidas de Limite de Consistencia, se pueden apreciar estas mediciones:

Identificación	Índice de Plasticidad			Índice de Plasticidad (promedio)
5%	28.3%	28.4%	27.4%	28.03 \approx 28%

Tabla 7: Promedio del I.P

Formulación de hipótesis

- H_0 : La adición de la ceniza de cáscara de huevo NO influye de manera positiva en las propiedades físicas de un suelo arcilloso en la subrasante.
- H_1 : La adición de la ceniza de cáscara de huevo influye de manera positiva en las propiedades físicas de un suelo arcilloso en la subrasante.

Teniendo en cuenta que el P valor refiere a la significancia.

Si P valor > nivel de significancia  se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Si P valor < nivel de significancia  se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Se realizó una evaluación de la confiabilidad al 95%, así también se consideró un nivel de significancia de 5%.

Calculando la media:

$$X = \frac{\sum(n_1 + \dots + N_n)}{N} = \frac{\sum(28.3\% + 28.4\% + 27.4\%)}{3} = 28.03 \approx 28\%$$

Se hace el cálculo de la desviación estándar

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

$$s = \sqrt{\frac{(28.3 - 28.033)^2 + (28.4 - 28.033)^2 + (27.4 - 28.033)^2}{3 - 1}} = 0.551$$

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	28.033	0.551	0.318	28.962

μ : media de I_P+5% C.C.H

Tabla 8: Datos estadísticos en Software Minitab 19

Cálculo del estadístico T de prueba:

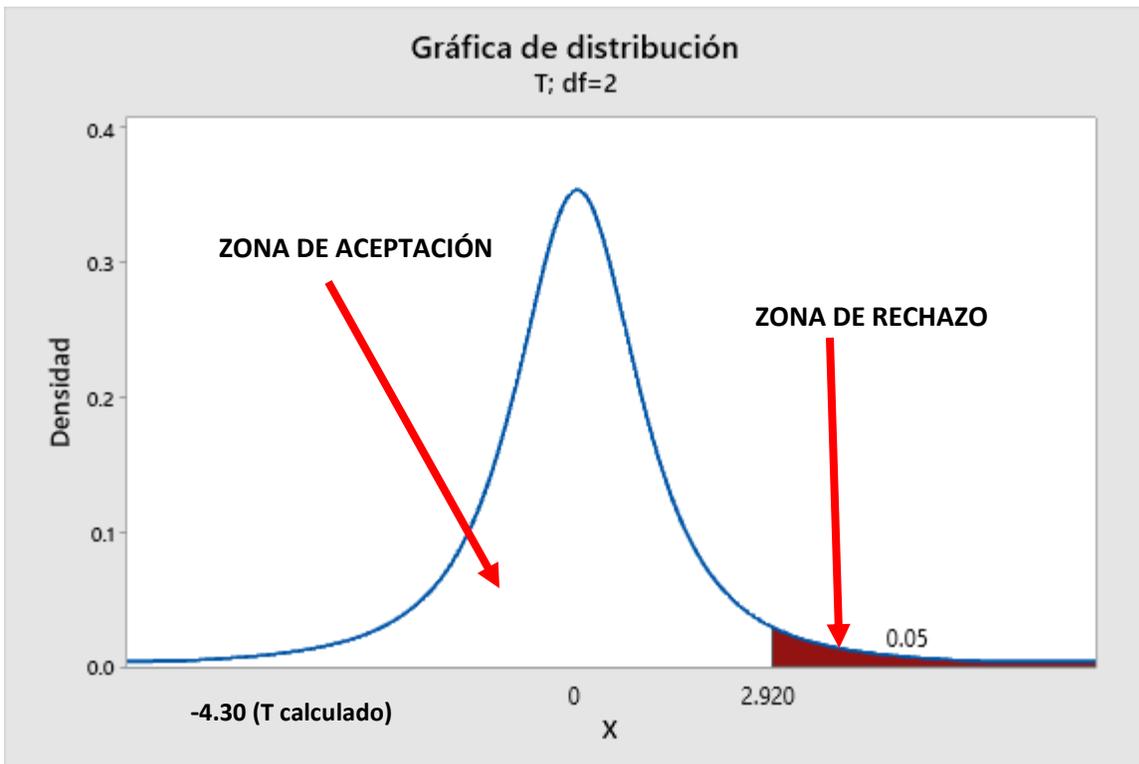
$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{28.033 - 30}{\frac{0.551}{\sqrt{3}}} = -4.30$$

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 30$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu < 30$
Valor T	Valor p
-4.30	0.025

Tabla 9: Prueba P en Software Minitab 19

Gráfico16: Datos estadísticos en Software Minitab 19



Fuente: Datos estadísticos en Software Minitab 19

Se ubica el límite en la distribución t calculado de una tabla de estadística,

$$gl: N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

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

$$t_{.95} = 2.92$$

Decisión y conclusión

Los valores de t: -4.30 con respecto al I.P patrón +5%C.C.H, se encuentra en la zona de aceptación lo cual indica que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Con este resultado concluyó que al adicionar C.C.H al 5% en la subrasante tiene un efecto positivo en las propiedades físicas del suelo estudiado.

C.B.R (100%)

Para la prueba de hipótesis se realizó el procesamiento de los resultados (datos) del CBR obtenidos con la aplicación de C.C.H en tres porcentajes diferentes (ver tabla), a las muestras del suelos extraídos de las tres calicatas C-1, C-2 y C-3, Para lograr la comprobación de la hipótesis específica y llegar a la decisión estadística, por lo cual se planteó la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis Alternativa (H_1), que son las siguientes:

Para verificar su efectividad de la C.C.H en la subrasante, se realizó tres medidas de CBR, se pueden apreciar estas mediciones.

Identificación	C.B. R			C.B.R (promedio)
5%	6.8%	7.4%	7.6%	$7.267 \approx 7.3\%$

Tabla 10: Promedio del C.B.R

Formulación de hipótesis

- H_0 : La aplicación de la ceniza de cáscara de huevo NO influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso en la subrasante.
- H_1 : La aplicación de la ceniza de cáscara de huevo influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso en la subrasante.

Teniendo en cuenta que el P valor refiere a la significancia.

Si P valor > nivel de significancia  se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Si P valor < nivel de significancia  se rechaza la H_0 y se acepta la H_a

Se realizó una evaluación de la confiabilidad al 95%, así también se consideró un nivel de significancia de 5%.

Calculando la media:

$$\bar{X} = \frac{\sum(n_1 + \dots + N_n)}{N} = \frac{\sum(6.8\% + 7.4\% + 7.6\%)}{3} = 7.267 \approx 7.3\%$$

Se hace el cálculo de la desviación estándar

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

$$s = \sqrt{\frac{(6.8 - 7.267)^2 + (7.4 - 7.267)^2 + (7.6 - 7.267)^2}{3 - 1}} = 0.416$$

Estadísticas descriptivas				
N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
3	7.267	0.416	0.240	6.565

u: media de suelo+5%C.C.H

Tabla 11: Datos estadísticos en Software Minitab 19

Cálculo del estadístico T de prueba:

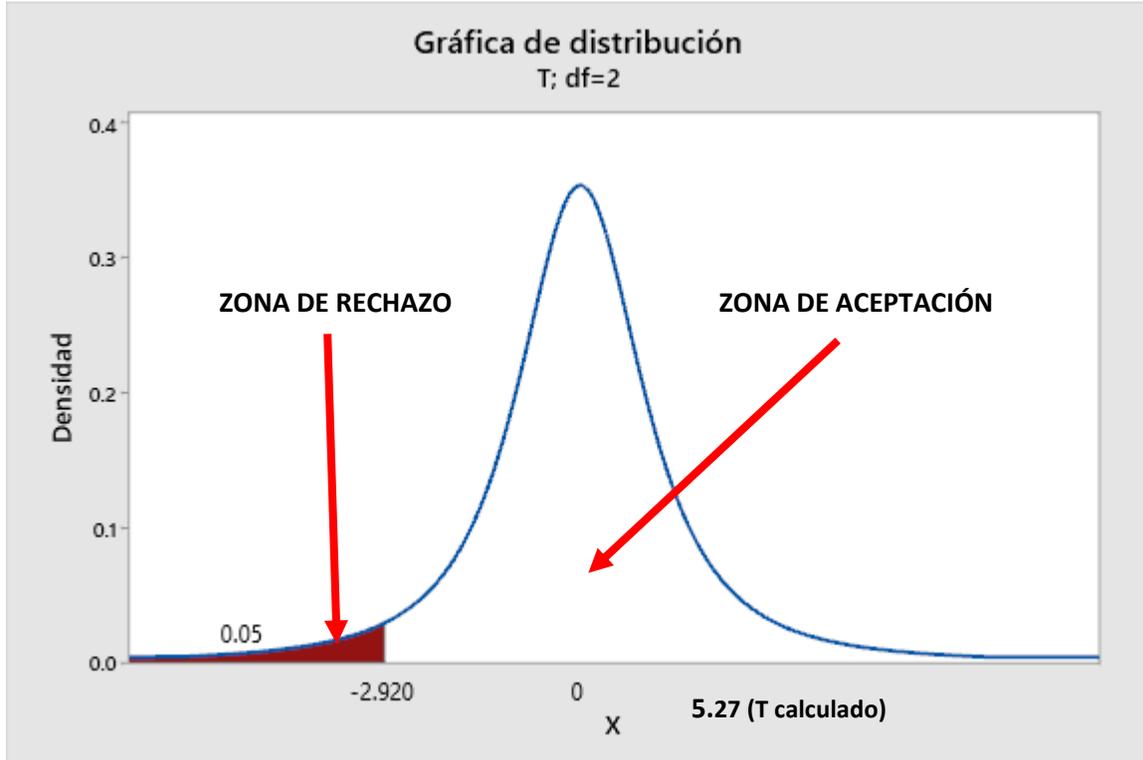
$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

$$t = \frac{7.267 - 6}{\frac{0.416}{\sqrt{3}}} = 5.27$$

Prueba	
Hipótesis nula	$H_0: \mu = 6$
Hipótesis alterna	$H_1: \mu > 6$
Valor T	Valor p
5.27	0.017

Tabla 12: Prueba P en Software Minitab 19

Gráfico 17: Datos estadísticos en Software Minitab 19



Fuente: Datos estadísticos en Software Minitab 19

Se ubica el límite en la distribución t calculado de una tabla de estadística,

$$gl: N - 1$$

$$gl = 3 - 1 = 2$$

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

$$t_{.95} = 2.92$$

Decisión y conclusión

Los valores de t: 5.27 con respecto al CBR patrón +5% C.C.H, se encuentra en la zona de aceptación lo cual indica que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. Con este resultado concluyó que al adicionar C.C.H al 5% en la subrasante tiene un efecto positivo en las propiedades mecánicas del suelo estudiado.

V. DISCUSIONES

En relación al objetivo general, mejorar las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de huevo, se lograron obtener resultados en función a los ensayos realizados al suelo en el laboratorio como los ensayos en propiedades físicas y mecánicas adicionando C.C.H, las cuales fueron favorables en de ambas propiedades, ya que se pudo reducir su I.P y sus propiedades mecánicas en base a su California Bearing Ratio(CBR) el cual tuvo una mejora de aproximadamente 10%, estas ambos resultados fueron positivos adicionando 5%,10% y 15% de C.C.H. Del trabajo de investigación “Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada” (Saldaña y Goñas,2020), que sus resultados arrojaron que el CBR se eleva de 5.6% hasta un 9.9% y a la vez disminuyendo su índice de plasticidad de 13.55% a 8.9%. Estos resultados se asemejan a la actual tesis, donde se consiguió una mejora en la propiedad física debido que el I.P redujo de 30% hasta un 26% y en la propiedad mecánica un crecimiento de 5% hasta un 10.1%, adicionando la C.C.H.

En el presente artículo científica mencionada, la cual mantiene relación con lo expuesto (Gallardo, Cuanalo y Quintero, 2018) del artículo científico “Análisis del comportamiento de suelos de alta plasticidad con la adición del material de residuo en la fabricación de ladrillo cerámico”, tuvo como objetivo determinar si la ceniza de ladrillo cerámico puede ser empleado como material estabilizante en suelos blandos, donde nos menciona que al adicionar de 10% disminuye su índice de plasticidad hasta un 22.3% e incremento de su CBR en un 3% más y con el 15% disminuyo hasta un 14.3% su plasticidad. Al mismo tiempo con este antecedente se puede afirmar que las propiedades físicas demuestran que a medida que se adiciona el porcentaje de C.C.H. el índice de plasticidad disminuye, debido que el I.P de mi suelo estudiado fue de 30% y con los porcentajes de 5%, 10% y 15% de C.C.H, se logró minimizar su I.P a 28%, 27% y 26%.

De acuerdo al objetivo específico, de qué manera la adición de C.C.H influye en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de una subrasante, en base a los ensayos para determinar las propiedades mecánicas realizados en el laboratorio al suelo, se encontró una similitud en los resultados de CBR con los autores posteriormente mencionado, ya que el valor del CBR de la calicata más desfavorable es de 5.0% y va en aumento de 6.8%, 8.7% y 10.1% al adicionarse los porcentajes de 5%, 10% y 15% de C.C.H., hay mejoras en la propiedad mecánica del suelo estudiado, ya que el CBR se incrementó hasta un 10%, lo cual se puede corroborar por los autores Ayala, Rosadio y Duran (2019) en el artículo científico titulado “Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos”, los cuales mencionan en sus resultados que obtuvieron un CBR con un valor de 2.2% hasta 9.5% con la adición de 20% de ceniza, volviendo un suelo apto.

VI. CONCLUSIONES

1. Adicionando la ceniza de cáscara de huevo en porcentajes de 5%, 10% y 15% serian óptimos, debido a mis resultados obtenidos en el cual superarían a mi muestra más desfavorable, tanto en su índice de plasticidad como en su capacidad de soporte.
2. Se concluyo que el índice de plasticidad tiene una mejora significativa, debió a los porcentajes añadidos al suelo de estudio porque favorece mucho en minimizar su plasticidad de la subrasante del suelo arcilloso.
3. Se determino que al añadir C.C.H con los porcentajes de 5%, 10% y 15% el CBR se eleva su capacidad de soporte, el cual alcanzaría 6.8%, 8.7% y 10.1%, superando el valor mínimo de 6% según lo indica el manual de carretera.

VII. RECOMENDACIONES

1. La ceniza de cáscara de huevo mejora positivamente las propiedades mecánicas del suelo blando, alcanzando los estándares para ser empleado como material estabilizante, debido a que se obtuvieron valores de CBR de 6.8%, 8.7% y 10.1% respectivamente, superando el valor mínimo de 6% según lo indica el manual de carretera.
2. De acuerdo con los resultados adquiridos podemos corroborar que al agregar ceniza de cáscara de huevo mejora de manera positiva en las propiedades del suelo estudiado.
3. Concluyendo, al emplear estos residuos dentro de la ingeniería se convierte en un gran valor a la ceniza y alternativa viable.

REFERENCIAS

- Atkinson, J. (2017). *The Mechanics of Soils and Foundations*. 2nd Ed. London: CRC Press.
- Ayala, G., Rosadio A. y Durán G. (2019). Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos. *Consortio Latinoamericano y del Caribe de Instituciones de Ingeniería*. pp. 1-6.
- Baena, G. (Ed.). (2014). *Metodología de la investigación*. México: Grupo Editorial Patria S.A de C.V.
- 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 Becerra, E. *Caracterización del desecho agroindustrial de la palma de aceite “cuesco”, para el mejoramiento de las capas granulares de la estructura del pavimento*. (Tesis Post-Grado). Universidad Militar - Nueva Granada, Colombia.
- Castillo Para, 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*. (Tesis Maestría). Universidad Cuenca, Ecuador.
- 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.
- 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.

Ghazali, N., Muthusamy, K., & Wan Ahmad, S. (2019). Utilization of Fly Ash in Construction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 11 (6), pp.156-161.

Goñas Labajos, O. y Saldaña Núñez, J. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso subrasante mejorada. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, Vol. 3/N°1, pp.30-33.

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.

Hermández R, Fernandez C. y Batista, P. (2014). *Metodología para la investigación*. 6. Ed. Mc. Graw Hill Education.

Hernán Wilbert, F. (2017). *Efecto del aditivo terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasante en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca*. (Tesis Maestría). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

Imyc (2017). *Estabilización de suelos con cementos portland*. Biblioteca digital. (IMYC, Ed.). Ciudad de México, DF, México.

Kumar, A., Gaurav, K., Kishor, R., y Suman, S. (2017). Stabilization of alluvial soil for subgrade using rice husk ash, sugarcane bagasse ash and cow dung ash for rural roads. *International Journal of Pavement Research and Technology*. Vol. 10 (3), pp. 254-261.

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/N°2, pp.33-39.

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

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima, Perú.

Moghal, A. A. B., Chittoori, B. C. S., & Basha, B. M. (2017). Effect of fibre reinforcement on CBR behaviour of lime-blended expansive soils: reliability approach. *Road Materials and Pavement Design, Vol.19(3)*, pp. 690–709.

Mukiza, E., Zhang, L., Liu, X., & Zhang, N. (2019). Utilization of red mud in road base and subgrade materials: A review. *Resources, Conservation and Recycling, Vol. 14(1)*, pp. 187–199.

Ñaupas, H. (Ed.). (2014). Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

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.

Patel, SK y Singh, B. (2018). Investigation of glass fiber reinforcement effect on the CBR strength of cohesive soil. *Ground Improvement Techniques and Geosynthetics, Vol.14*, pp.67-75.

Rahgozar, A., Saberian M y Li, J. (2018). Soil stabilization with non-conventional eco-friendly agricultural waste materials: An experimental study. *Transportation Geotechnics, Vol. 14*, pp. 52-60.

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.

Rodolfo Montejo, R., Raymundo Juárez, J. y Chávez Ancajima, J. (2020) Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura. *Revista Tzhoecoen*, Vol. 12/ N°1, pp. 131-144.

Serrano Rodríguez, E. y Padilla González, E. (2018). Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados. *Revista Ingeniería Solidaria*, vol. 25/N° 1, pp. 2-19.

Villanueva Flores, S. (2017). *Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la Sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida, organosilano y un sulfonatado. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash*. (Tesis Maestría). Universidad Ricardo Palma, Perú.

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.

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

TITULO: Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de huevo						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Tipo de estudio: Aplicada Diseño de estudio: Experimental Nivel: Explicativo Método de Investigación: Hipotético-Deductivo
¿En qué medida la ceniza de cáscara de huevo influye en el mejoramiento de las propiedades de un suelo arcilloso en la subrasante?	Analizar la influencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo en las propiedades de un suelo arcilloso en la subrasante.	La adición de la ceniza de cáscara de huevo, influye de manera positiva las propiedades de un suelo arcilloso en la subrasante.	Ceniza de cáscara de huevo	Porcentajes	Adición de 5%,10% y 15% de ceniza de cáscara de huevo	
Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Población: tres calicatas extraídas del suelo Muestra: La calicata con la muestra más desfavorable Muestreo: No probabilístico
¿Cómo influye la adición de ceniza de cáscara de huevo influye en las propiedades físicas de un suelo arcilloso en la subrasante? ¿De qué manera la adición de ceniza de cáscara de huevo influye en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso en la subrasante?	Determinar la influencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo en las propiedades físicas de un suelo arcilloso en la subrasante. Evaluar la influencia de la adición de ceniza de cáscara de huevo en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso en la subrasante.	La adición de la ceniza de cáscara de huevo influye de manera positiva en las propiedades físicas de un suelo arcilloso en la subrasante. La aplicación de la ceniza de cáscara de huevo influye de manera positiva en las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso en la subrasante.	Propiedades de un suelo arcilloso	Propiedades Físicas	Análisis Granulométrico Límites de Consistencia	
				Propiedades Mecánicas	Proctor Modificado CBR	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2: Certificado de calibración GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA S.A.C.

 **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: 1 de 3

Expediente : T 050-2021
Fecha de Emisión : 2021-02-18

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 : **BALANZA**
Marca : **OHAUS**
Modelo : **TAJ602**
Número de Serie : **7128460365**
Alcance de Indicación : **600 g**
División de Escala de Verificación (e) : **0,01 g**
División de Escala Real (d) : **0,01 g**
Procedencia : **CHINA**
Identificación : **NO INDICA**
Tipo : **ELECTRÓNICA**
Ubicación : **LABORATORIO**
Fecha de Calibración : **2021-02-16**

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 %.

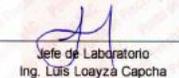
Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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 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. 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

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

PT-06-F06 / Diciembre 2016 / Rev 02 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.



5. Condiciones Ambientales

	Mínima	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 Metrológica 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	TENE	ESCALA	NO TENE
OSCILACIÓN LIBRE	TENE	CURSOR	NO TENE
PLATAFORMA	TENE	SIST. DE TRABA	NO TENE
INMELACION	TENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 26,4			Final 26,4		
	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	299,99	0,002	-0,005	299,99	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	0,006	0,007
8	300,00	0,009	-0,005	600,01	0,007	0,007
9	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,005	-0,004
10	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,005	-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 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.



2 5
3 1 4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)		Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Inicial	Final	f (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
	26,4	26,4									
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		199,99	0,002	-0,017	-0,009	
5			0,09	0,002	-0,007		199,99	0,003	-0,008	-0,001	
(*) valor entre 0 y 10 e										Error máximo permitido	± 0,03 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Temp. (°C)		CRECIENTES				DECRECIENTES				± error (g)
	Inicial	Final	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	f (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,09	0,09	0,003	-0,006			0,19	0,001	-0,006	0,002	0,01
0,200	0,19	0,19	0,002	-0,007	0,001		0,19	0,001	-0,006	0,002	0,01
5,000	4,99	4,99	0,001	-0,006	0,000		4,99	0,001	-0,006	0,002	0,01
20,000	19,99	19,99	0,003	-0,008	0,000		19,99	0,002	-0,007	0,001	0,01
50,000	49,99	49,99	0,001	-0,006	0,002		49,99	0,001	-0,006	0,002	0,02
100,000	99,99	99,99	0,001	-0,006	0,002		99,99	0,001	-0,006	0,002	0,02
150,000	149,99	149,99	0,003	-0,008	0,000		149,99	0,002	-0,007	0,001	0,02
200,000	199,98	199,98	0,004	-0,019	-0,011		200,00	0,006	-0,001	0,007	0,02
400,001	399,99	399,99	0,005	-0,011	-0,023		400,00	0,005	-0,001	0,007	0,03
500,000	499,97	499,97	0,003	-0,028	-0,020		499,99	0,001	-0,006	0,002	0,03
600,001	599,99	599,99	0,005	-0,011	-0,003		599,99	0,005	-0,011	-0,003	0,03

± m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,26 \times 10^{-9} \times R$$

Incertidumbre

$$U_{95} = 2 \sqrt{8,30 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 7,66 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incremental E: Error encontrado E_c: 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

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

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

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

El Equipo 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 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:

$$E_p = ((A-B) / B) * 100$$

$$R_p = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- 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

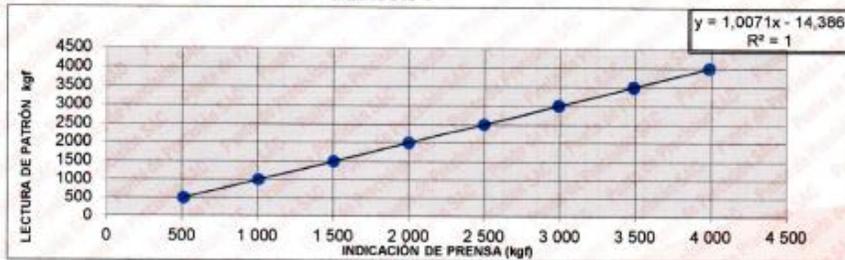
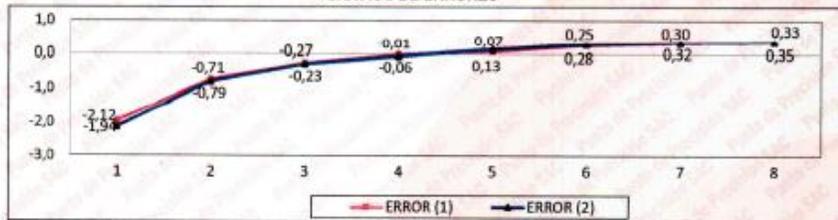


GRÁFICO DE ERRORES



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.

ANEXO 3: FORMATO DE GRANULOMETRIA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DESCRIPCION					
Calicata					
Muestra					
Profundidad					
Ubicación					
Humedad 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	PARCIAL	ACUMUL.	
		(g)	(%)	(%)	
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	-				
D₁₀ : 0.074		D₃₀ : 0.074		D₆₀ : 0.003	

Fuente: Laboratorio de Geosur

FORMATO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

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, %					

Fuente: Laboratorio de Geosur

FORMATO DE PROCTOR MODIFICADO

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 (%)							

Fuente: Laboratorio de Geosur

FORMATO DE CBR

DESCRIPCION											
Calicata											
Muestra											
Profundidad											
Ubicación											
MOLDE N°											
CAPAS N°	5			5			5				
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12				
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g											
PESO DEL MOLDE, g											
PESO DEL SUELO HUMEDO, g											
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm ³											
DENSIDAD HUMEDA, g/cm ³											
DENSIDAD SECA											
TARA N°											
TARA + SUELO HUMEDO											
TARA + SUELO SECO											
PESO DEL AGUA											
PESO DE LA TARA											
PESO DEL SUELO SECO											
% DE HUMEDAD											
% PROMEDIO DE HUMEDAD											
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO DIAS	DIAL pulg	EXPANSION		DIAL pulg	EXPANSION		DIAL pulg	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
ABSORCION											
MOLDE N°											
Peso suelo humedo. + plato + molde, g											
Peso del plato + molde, g											
Peso suelo humedo embebido, g											
Peso suelo hum. sin embeber, g											
Peso del agua absorbida, g											
Peso del suelo seco, g											
Absorción de agua, %											
PENETRACION											
PENETRACION		PRESION PATRÓN kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 1			MOLDE N° 1		
m	pulg		DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESION kg/cm ²	DIAL	CARGA kg	PRESION 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 (U 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 (U ₂) de Penetración					
						C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %					
						C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %					

Anexo 4: HOJA DE VALIDACIÓN

Título de investigación:
Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso adicionando ceniza de cáscara de huevo
Apellido y Nombre del investigador:
Vidal Gonzales Luis Erick

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO	CIP	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	FIRMA
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE	263117	<ul style="list-style-type: none"> Formato de granulometría Formato de límite de consistencia Formato de contenido de humedad Formato de Proctor Modificado Formato de CBR 	 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 263117
YADIRA ENRIQUEZ MINAYA	63101		 YADIRA ENRIQUEZ MINAYA ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS Reg. CIP N°63101
PADILLA AYCHO VICENTE NICOLAS	177489		 PADILLA AYCHO VICENTE NICOLAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 177489



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Anexo 5: DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, LUIS ERICK VIDAL GONZALES con el DNI: 70771586, 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 ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO", 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 Erick Vidal Gonzales

DNI: 70771586

Anexo 6: Ensayo de laboratorio



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

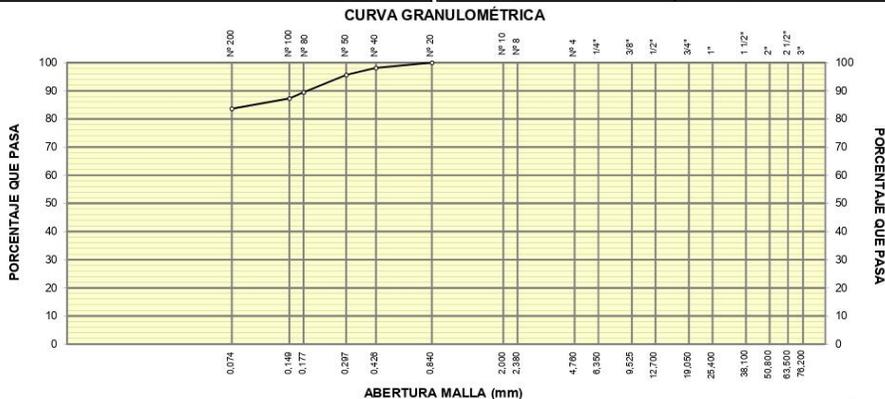
SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : **250/2021.GEOSUR**
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S.
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECE-LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 3-oct-2021

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

GRANULOMETRÍA NTP 339.128 (99)					DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
MALLAS		RETENIDOS			PASA (%)	
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)		
	3"	76.200				Arcilla inorgánica de alta compresibilidad. Un 16.4% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 83.6%, altamente plástico (LL= 53.7%, IP= 28.6%); 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				
	N° 8	2.380				
	N° 10	2.000				
	N° 20	0.840			100.0	
	N° 40	0.426	9.3	1.9	98.1	
	N° 50	0.297	12.2	2.5	95.6	
	N° 60	0.177	30.2	6.2	89.4	
	N° 100	0.149	10.1	2.1	87.3	
	N° 200	0.074	17.9	3.7	83.6	
	- N° 200	-	406.0	83.6	100.0	
D₁₀ : 0.074		D₃₀ : 0.074		D₆₀ : 0.001		

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	53.7	
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	25.1	
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	28.6	
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	CH	
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-7-6 (26)	
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	15.9	

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	485.5 g
- ARENA	16.4 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	83.6 %	- PESO ARENA, g	485.5 g
		- ARENA EMPLEADA, g	485.5 g



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

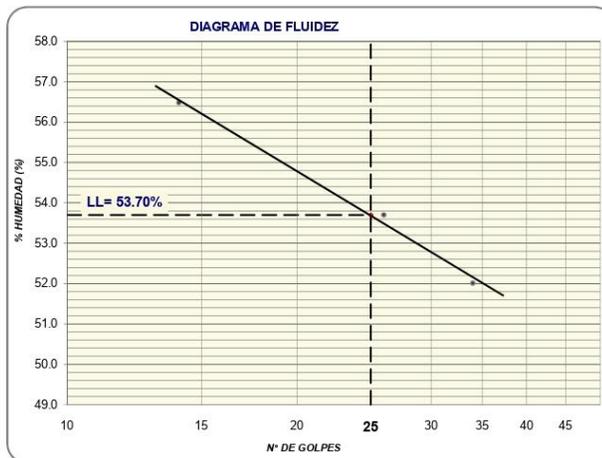
JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO	: 260/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 3-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	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.73	30.89	31.28	23.50	20.26
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.14	5.29	6.46	1.81	1.57
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, %	56.49	53.71	52.01	25.03	25.12
NÚMERO DE GOLPES	14	26	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	53.7
LÍMITE PLÁSTICO, %	25.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	28.6

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)**

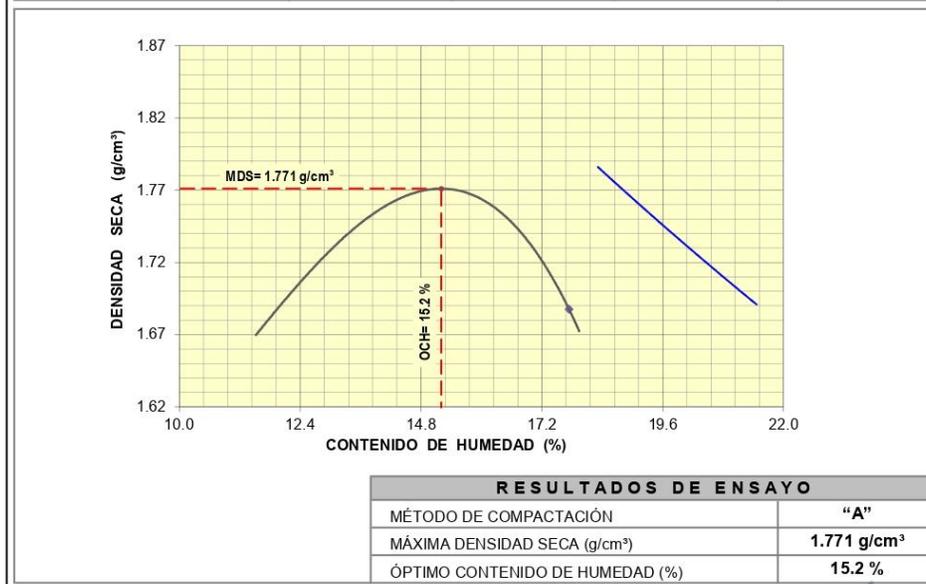
SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO
 ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-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	5692.0	5732.0	5676.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1794.0	1892.0	1932.0	1876.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.900	2.004	2.047	1.987				
06 - Tarro N°	20	17	21	16	35	5	6	3
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)	651.4	666.4	652.4	675.4	645.2	629.9	641.3	638.3
09 - Peso del agua (g)	54.5	58.2	63.5	65.9	72.5	67.8	81.1	79.8
10 - Peso del tarro (g)	203.1	184.8	200.0	204.6	189.8	206.2	184.0	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	448.3	481.6	452.4	470.8	455.4	423.7	457.3	449.6
12 - Contenido de Humedad (%)	12.16	12.09	14.04	14.00	15.92	16.00	17.74	17.75
13 - Promedio de Humedad (%)	12.1	12.1	14.0	14.0	16.0	16.0	17.7	17.7
	1.695	1.695	1.758	1.758	1.765	1.765	1.688	1.688



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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 10-oct-2021

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

MOLDE N°	6		11		12	
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	9092.0	9301.5	9228.0	9529.0	8887.0	9210.0
PESO DEL MOLDE, g	4935.5	4935.5	5096.0	5096.0	5095.0	5095.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4156.5	4366.0	4132.0	4433.0	3792.0	4115.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2039.0	2321.5	2125.0	2565.1	2058.0	2706.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.038	1.881	1.944	1.728	1.843	1.520
DENSIDAD SECA	1.768	1.553	1.685	1.396	1.601	1.217
TARA N°	4	13	12	14	16	21
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	585.7	528.9	700.7	562.8	651.1
TARA + SUELO SECO	536.3	519.0	483.5	605.4	515.8	561.2
PESO DEL AGUA	50.5	66.7	45.4	95.3	47.0	89.9
PESO DE LA TARA	206.9	203.1	188.8	204.9	204.6	200.0
PESO DEL SUELO SECO	329.4	315.9	294.7	400.5	311.2	361.2
% DE HUMEDAD	15.33	21.10	15.41	23.80	15.10	24.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.3	21.1	15.4	23.8	15.1	24.9

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	13.86	0.950	24.13	20.71	1.400	35.56	31.52			

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	6	11	12
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11521.0	11545.0	11261.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4366.0	4433.0	4115.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4156.5	4132.0	3792.0
Peso del agua absorbida, g	209.5	301.0	323.0
Peso del suelo seco, g	3604.9	3580.6	3294.5
Absorción de agua, %	5.8	8.4	9.8

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		13.5	13.5	0.7	11.1	11.1	0.6	8.9	8.9	0.5
1.270	0.050		30.3	30.3	1.6	24.9	24.9	1.3	18.0	18.0	0.9
1.905	0.075		48.2	48.2	2.5	35.7	35.7	1.8	28.0	28.0	1.4
2.540	0.100	70.3	67.9	67.9	3.5	49.5	49.5	2.6	38.0	38.0	2.0
3.810	0.150		97.9	97.9	5.1	71.9	71.9	3.7	55.4	55.4	2.9
5.080	0.200	105.5	125.2	125.2	6.5	93.3	93.3	4.8	71.2	71.2	3.7
6.350	0.250		144.6	144.6	7.5	110.4	110.4	5.7	85.9	85.9	4.4
7.620	0.300		159.8	159.8	8.3	122.8	122.8	6.3	97.9	97.9	5.1
10.160	0.400		181.1	181.1	9.4	142.5	142.5	7.4	114.6	114.6	5.9
12.700	0.500		193.1	193.1	10.0	153.1	153.1	7.9	123.2	123.2	6.4

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


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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

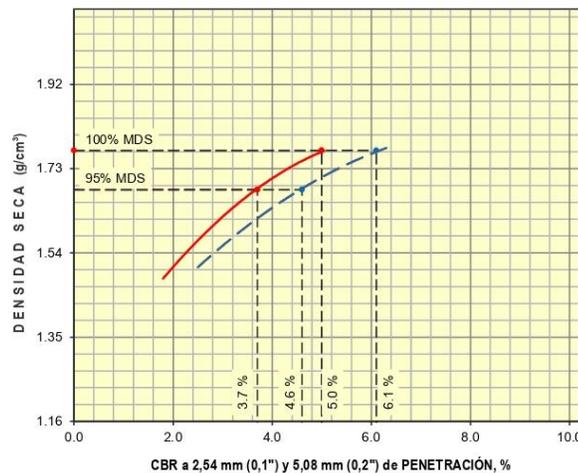
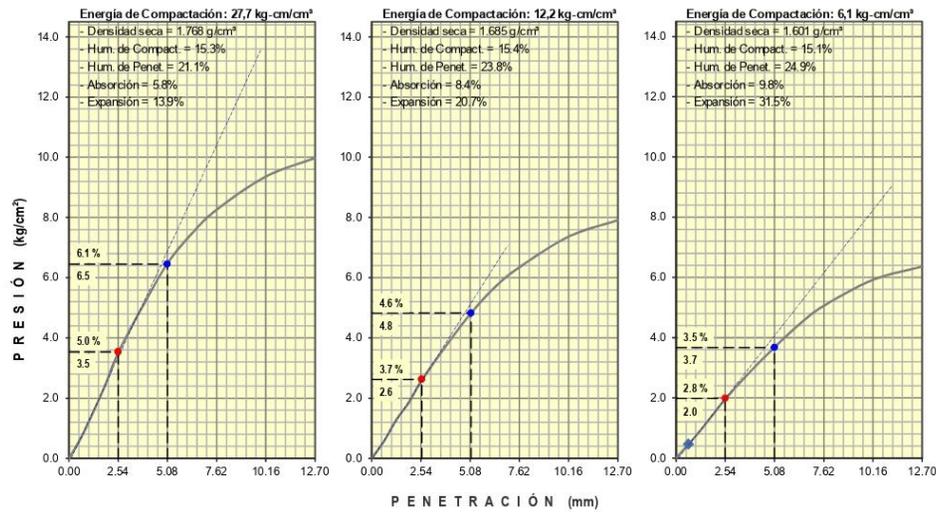
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

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/cm³	1.771
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.2

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., %	5.0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	6.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.6

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- 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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

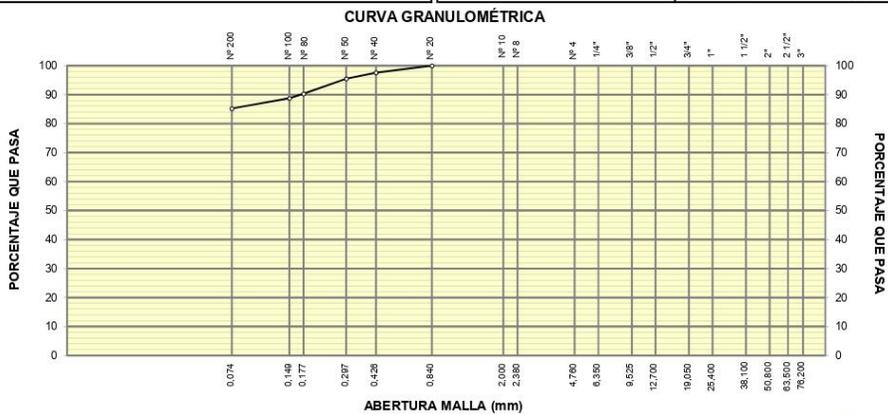
SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO TÉCNICO : G.B.S.
 : ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO FECHA : 3-oct-2021
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

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

GRANULOMETRÍA					DESCRIPCIÓN DEL SUELO		
NTP 339.128 (99)					Arcilla inorgánica de alta compresibilidad. Un 14.8% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla Nº200 en un 85.2%, altamente plástico (LL= 52.6%, IP= 27.5%); húmedo.		
MALLAS		RETENIDOS					
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	PASA (%)		
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						
Nº 4	4.760						
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000						
Nº 20	0.840				100.0		
Nº 40	0.426	13.4	2.4	2.4	97.6		
Nº 50	0.297	12.0	2.1	4.5	95.5		
Nº 80	0.177	29.2	5.2	9.7	90.3		
Nº 100	0.149	8.8	1.6	11.3	88.7		
Nº 200	0.074	19.5	3.5	14.8	85.2		
- Nº 200	-	478.4	85.2	100.0	-		
D₁₀ : 0.074 D₃₀ : 0.074 D₆₀ : 0.000							

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	561.4 g
- ARENA	14.8 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	85.2 %	- PESO ARENA, g	561.4 g
		- ARENA EMPLEADA, g	561.4 g

OBSERVACIONES:



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

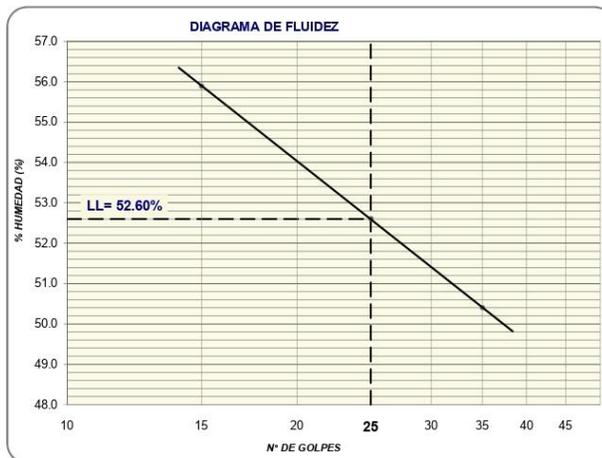

JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO	: 260/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 3-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	1	2
CÁPSULA No.	16	14	3	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.73	33.98	28.88	21.74	23.22
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	7.11	6.85	5.62	1.41	1.61
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, %	55.90	52.61	50.40	25.13	25.00
NÚMERO DE GOLPES	15	25	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	52.6
LÍMITE PLÁSTICO, %	25.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	27.5

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)**

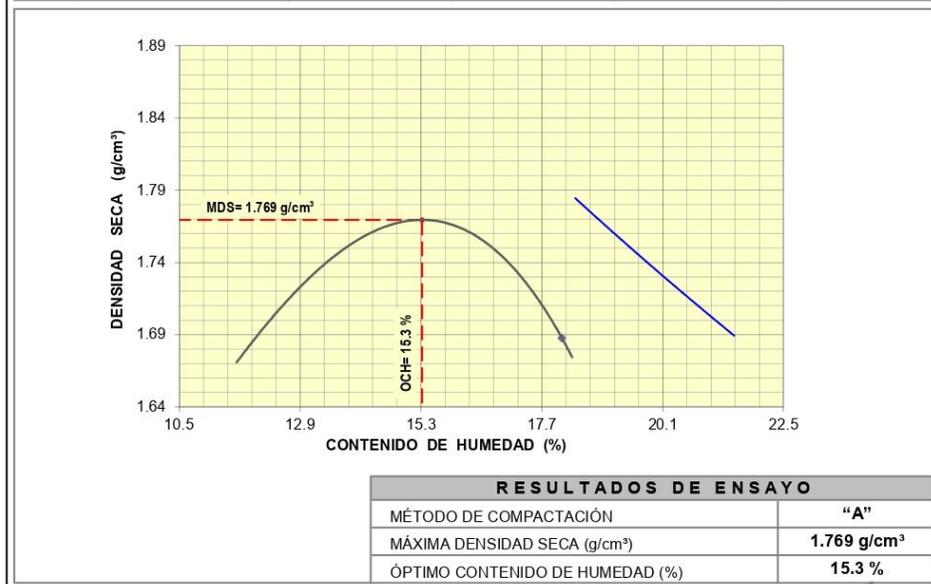
SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS

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

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5599.0	5694.0	5733.0	5681.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1799.0	1894.0	1933.0	1881.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.906	2.006	2.048	1.993				
06 - Tarro N°	16	18	22	19	38	2	1	4
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	728.4	709.6	714.5	740.1	716.7	698.8	720.3	717.6
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	671.1	654.1	649.3	671.8	642.9	627.9	639.2	639.5
09 - Peso del agua (g)	57.3	55.5	65.2	68.3	73.8	70.9	81.1	78.1
10 - Peso del tarro (g)	204.6	199.4	189.4	187.9	186.8	190.5	192.4	206.9
11 - Peso suelo seco (g)	466.5	454.7	459.9	483.9	456.1	437.4	446.8	432.6
12 - Contenido de Humedad (%)	12.28	12.21	14.18	14.11	16.18	16.21	18.15	18.05
13 - Promedio de Humedad (%)	12.2	12.21	14.1	14.11	16.2	16.21	18.1	18.05
	1.699	1.758	1.758	1.758	1.762	1.762	1.688	1.688



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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 10-oct-2021

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

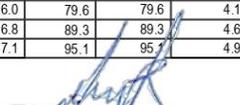
MOLDE N°	4		5		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9319.0	9555.0	9058.0	9385.0	8989.0	9334.0
PESO DEL MOLDE, g	5006.0	5006.0	4910.0	4910.0	5154.0	5154.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4313.0	4549.0	4148.0	4475.0	3835.0	4180.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2118.0	2400.6	2127.0	2567.2	2085.1	2733.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.036	1.895	1.950	1.743	1.839	1.529
DENSIDAD SECA	1.769	1.561	1.690	1.400	1.591	1.213
TARA N°	3	12	10	7	6	19
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	589.7	528.9	707.6	562.8	658.3
TARA + SUELO SECO	534.6	519.0	483.6	605.4	511.6	561.2
PESO DEL AGUA	52.2	70.7	45.3	102.2	51.2	97.1
PESO DE LA TARA	188.7	188.8	189.6	188.4	184.0	187.9
PESO DEL SUELO SECO	345.9	330.2	294.0	417.0	327.6	373.3
% DE HUMEDAD	15.09	21.40	15.41	24.50	15.63	26.00
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.1	21.4	15.4	24.5	15.6	26.0

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	13.34	0.950	24.13	20.69	1.400	35.56	31.11			

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	4	5	9
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11704.0	11587.0	11326.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4549.0	4475.0	4180.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4313.0	4148.0	3835.0
Peso del agua absorbida, g	236.0	327.0	345.0
Peso del suelo seco, g	3747.2	3594.5	3317.5
Absorción de agua, %	6.3	9.1	10.4

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		13.5	13.5	0.7	11.6	11.6	0.6	7.7	7.7	0.4
1.270	0.050		33.7	33.7	1.7	23.2	23.2	1.2	15.5	15.5	0.8
1.905	0.075		51.9	51.9	2.7	34.8	34.8	1.8	24.6	24.6	1.3
2.540	0.100	70.3	69.3	69.3	3.6	48.1	48.1	2.5	32.4	32.4	1.7
3.810	0.150		104.9	104.9	5.4	70.2	70.2	3.6	49.5	49.5	2.6
5.080	0.200	105.5	130.8	130.8	6.8	92.8	92.8	4.8	61.4	61.4	3.2
6.350	0.250		148.3	148.3	7.7	106.5	106.5	5.5	71.9	71.9	3.7
7.620	0.300		160.7	160.7	8.3	116.6	116.6	6.0	79.6	79.6	4.1
10.160	0.400		176.9	176.9	9.1	130.7	130.7	6.8	89.3	89.3	4.6
12.700	0.500		184.7	184.7	9.5	138.2	138.2	7.1	95.1	95.1	4.9

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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

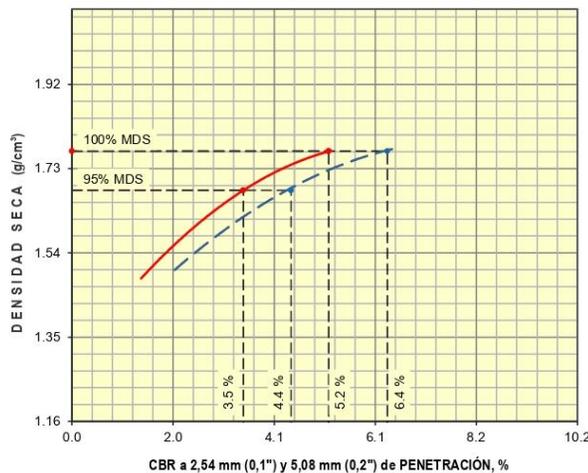
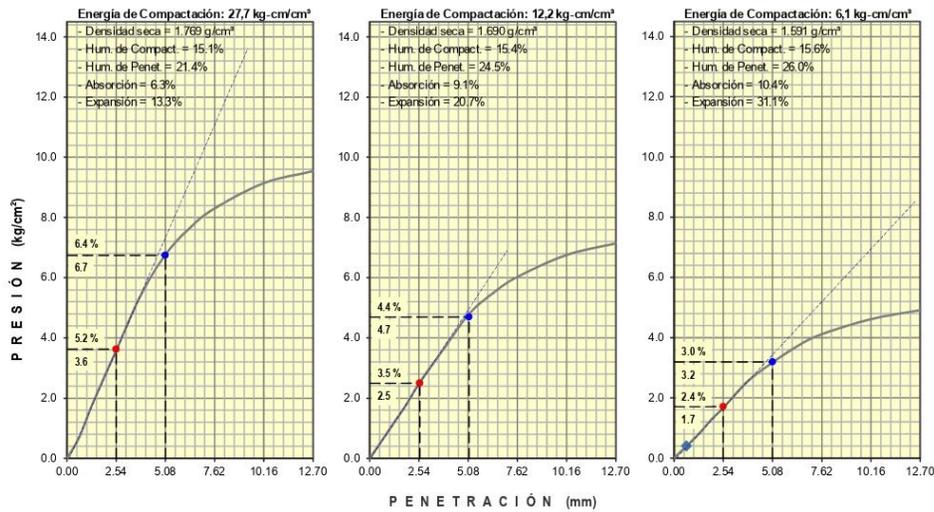
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

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	1.769
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.3
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., %	5.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.5
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	6.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.4
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- 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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NTP 339.128 (99)

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR

TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO
ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 3-oct-2021

UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REFERENCIAS

CALICATA : C-03

CENIZA 0%

MUESTRA : C-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

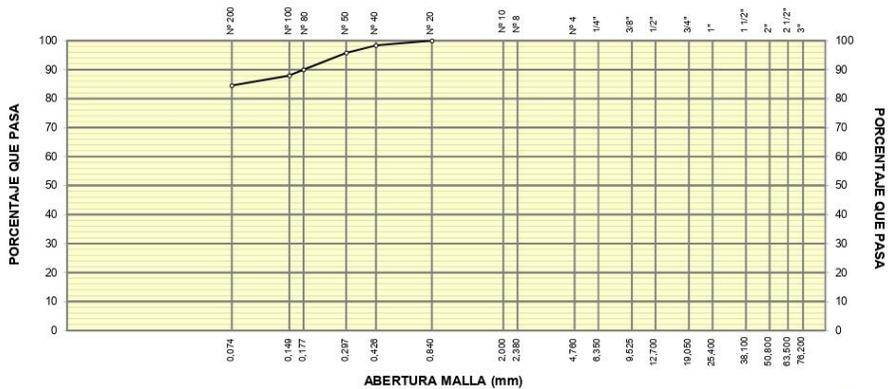
GRANULOMETRÍA					DESCRIPCIÓN DEL SUELO		
NTP 339.128 (99)							
MALLAS		RETENIDOS					
SERIE AMERICANA	ABERT. (mm)	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMUL. (%)	PASA (%)	Arcilla inorgánica de alta compresibilidad. Un 15.5% de arena de grano fino; fracción fina pasante la malla N°200 en un 84.5%, altamente plástico (LL= 55.3%, IP= 29.4%); húmedo.	
	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			100.0		
	N° 40	0.426	8.5	1.7	98.3		
	N° 50	0.297	12.4	2.5	95.8		
	N° 80	0.177	28.6	5.8	90.0		
	N° 100	0.149	9.7	2.0	88.0		
	N° 200	0.074	17.1	3.5	15.5		84.5
	- N° 200	-	415.5	84.5	100.0		-
D₁₀ : 0.074		D₃₀ : 0.074		D₆₀ : 0.001			

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido, %	NTP 339.129 (99) :	55.3
Limite plástico, %	NTP 339.129 (99) :	25.9
Índice plástico, %	NTP 339.129 (99) :	29.4
Clasificación SUCS	NTP 339.135 (99) :	CH
Clasificación AASHTO	NTP 339.134 (99) :	A-7-6 (27)
Contenido de humedad, %	NTP 339.127 (98) :	16.1

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
- GRAVA	0.0 %	- PESO TOTAL	491.6 g
- ARENA	15.5 %	- PESO GRAVA, g	0.0 g
- FINOS	84.5 %	- PESO ARENA, g	491.6 g
		- ARENA EMPLEADA, g	491.6 g

OBSERVACIONES:

CURVA GRANULOMÉTRICA



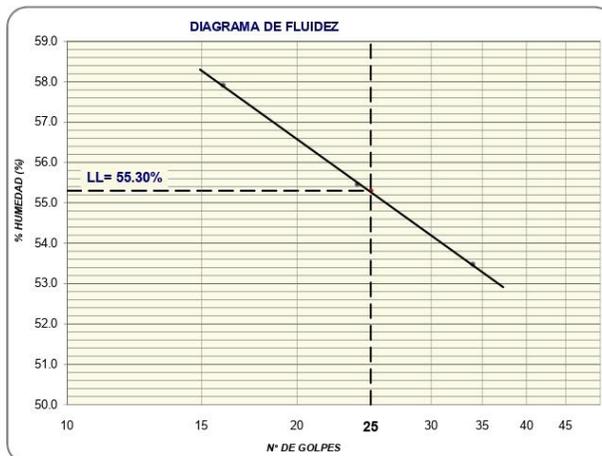
Referencia: ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates


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)

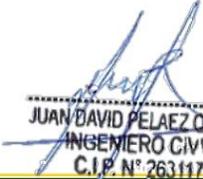
SOLICITANTE	: LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO	: 260/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 3-oct-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-03	CENIZA	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.	31	34	37	4	1
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	37.08	34.11	33.03	23.40	20.74
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	29.29	27.25	26.73	21.62	19.02
PESO AGUA, g	7.79	6.86	6.30	1.78	1.72
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.84	14.88	14.95	14.77	12.37
PESO SUELO SECO, g	13.45	12.37	11.78	6.85	6.65
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	57.92	55.46	53.48	25.99	25.86
NÚMERO DE GOLPES	16	24	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	55.3
LÍMITE PLÁSTICO, %	25.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	29.4

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


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

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

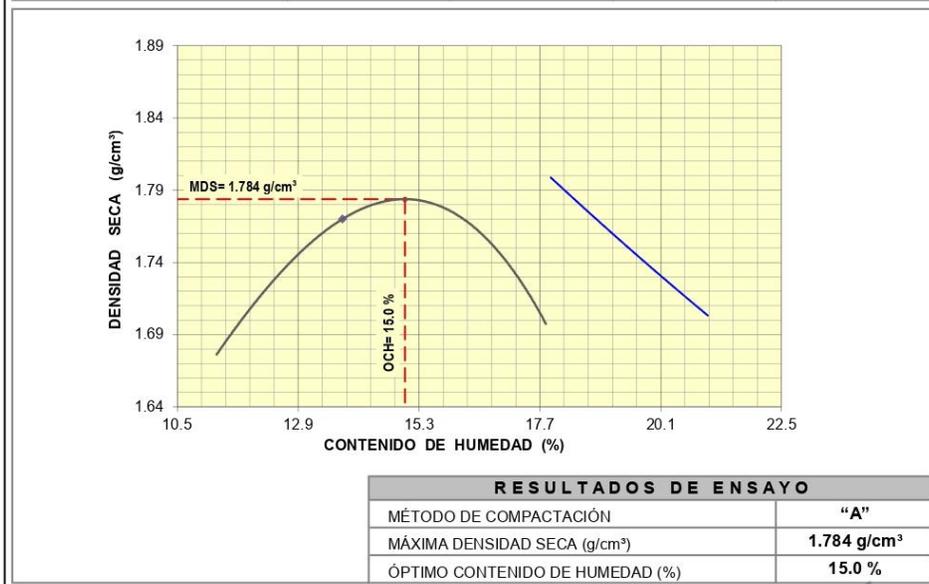
SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS DE LA CANTERA

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

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5601.0	5701.0	5743.0	5699.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1801.0	1901.0	1943.0	1899.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.908	2.014	2.058	2.012				
06 - Tarro N°	15	14	12	17	31	33	21	13
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	675.2	705.6	699.1	742.8	679.6	706.8	717.5	697.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	624.3	652.6	637.5	675.0	613.9	636.1	640.0	623.1
09 - Peso del agua (g)	50.9	53.0	61.6	67.8	65.7	70.7	77.5	74.1
10 - Peso del tarro (g)	197.6	204.9	188.8	184.8	200.1	188.7	200.0	203.1
11 - Peso suelo seco (g)	426.7	447.7	448.7	490.2	413.8	447.4	440.0	420.0
12 - Contenido de Humedad (%)	11.93	11.84	13.73	13.83	15.88	15.80	17.61	17.64
13 - Promedio de Humedad (%)	11.9	11.8	13.8	13.8	15.8	15.8	17.6	17.6
	1.705	1.770	1.770	1.777	1.777	1.777	1.711	1.711



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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS DE LA CANTERA

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

MOLDE N°	20		21		9	
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	9402.0	9598.0	9013.0	9315.0	8940.0	9259.0
PESO DEL MOLDE, g	5145.0	5145.0	4923.0	4923.0	5154.0	5154.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4257.0	4453.0	4090.0	4392.0	3786.0	4105.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2072.0	2354.5	2108.0	2548.0	2085.1	2733.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	2.055	1.891	1.940	1.724	1.816	1.502
DENSIDAD SECA	1.787	1.572	1.687	1.396	1.576	1.202
TARA N°	2	8	9	6	5	17
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	582.4	528.9	704.4	562.8	654.9
TARA + SUELO SECO	535.0	519.0	486.4	605.4	515.7	561.2
PESO DEL AGUA	51.8	63.4	42.5	99.0	47.1	93.7
PESO DE LA TARA	190.5	206.8	203.9	184.0	206.2	184.8
PESO DEL SUELO SECO	344.5	312.2	282.5	421.4	309.5	376.4
% DE HUMEDAD	15.04	20.30	15.04	23.50	15.22	24.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.0	20.3	15.0	23.5	15.2	24.9

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	20.87	1.400	35.56	31.11			

ABSORCIÓN

MOLDE N°	20	21	9
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11608.0	11504.0	11251.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4453.0	4392.0	4105.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4257.0	4090.0	3786.0
Peso del agua absorbida, g	196.0	302.0	319.0
Peso del suelo seco, g	3701.7	3556.5	3286.5
Absorción de agua, %	5.3	8.5	9.7

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		13.5	13.5	0.7	11.6	11.6	0.6	7.7	7.7	0.4
1.270	0.050		31.0	31.0	1.6	23.2	23.2	1.2	15.5	15.5	0.8
1.905	0.075		46.5	46.5	2.4	34.8	34.8	1.8	25.2	25.2	1.3
2.540	0.100	70.3	63.9	63.9	3.3	46.5	46.5	2.4	32.9	32.9	1.7
3.810	0.150		96.8	96.8	5.0	69.7	69.7	3.6	50.3	50.3	2.6
5.080	0.200	105.5	120.0	120.0	6.2	90.0	90.0	4.7	61.9	61.9	3.2
6.350	0.250		137.4	137.4	7.1	103.5	103.5	5.3	71.6	71.6	3.7
7.620	0.300		147.1	147.1	7.6	113.7	113.7	5.9	79.4	79.4	4.1
10.160	0.400		160.7	160.7	8.3	127.7	127.7	6.6	89.0	89.0	4.6
12.700	0.500		168.4	168.4	8.7	135.5	135.5	7.0	94.8	94.8	4.9

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


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

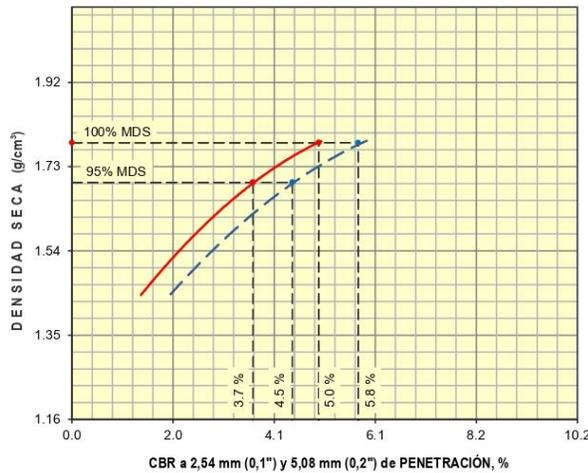
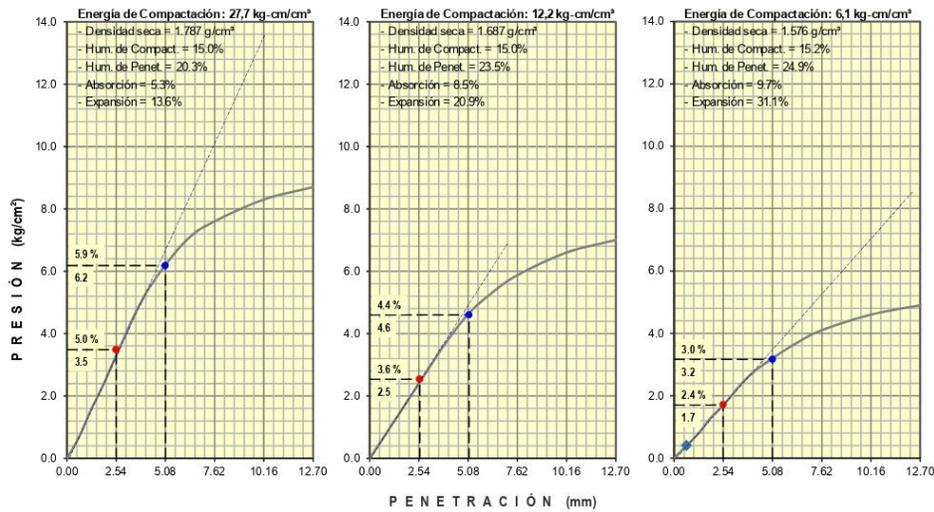
SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS DE LA CANTERA
 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	1.784
- Óptimo 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., %	5.0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	3.7
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	5.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	4.5
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

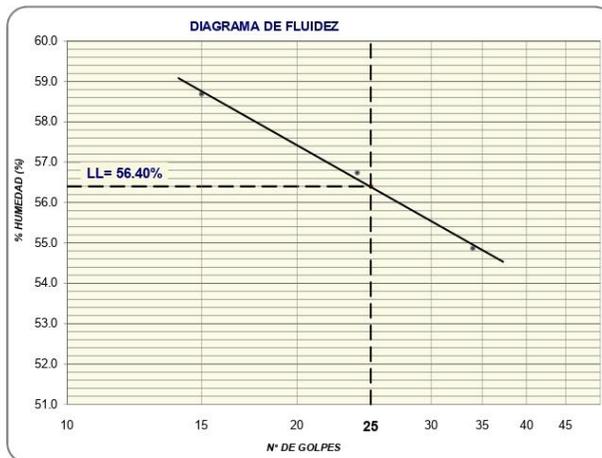
Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID PELAÉZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 3-oct-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-03	CENIZA 5%
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.	26	20	1	4	2
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.73	35.88	28.12	22.55	22.26
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	26.45	28.22	22.54	20.84	20.55
PESO AGUA, g	6.28	7.66	5.58	1.71	1.71
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.75	14.72	12.37	14.77	14.46
PESO SUELO SECO, g	10.70	13.50	10.17	6.07	6.09
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	58.69	56.74	54.87	28.17	28.08
NÚMERO DE GOLPES	15	24	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	56.4
LÍMITE PLÁSTICO, %	28.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	28.3

OBSERVACIONES:

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

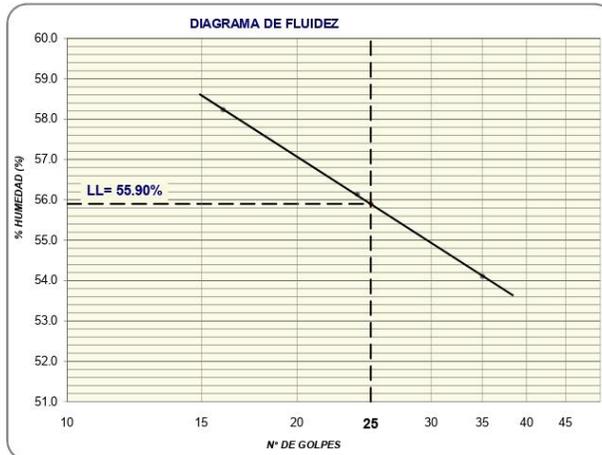

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO	: 260/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 26-nov.-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-03	CENIZA	5%
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	31.92	31.13	31.54	23.68	20.41
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.33	5.53	6.72	1.99	1.72
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, %	58.23	56.14	54.11	27.52	27.52
NÚMERO DE GOLPES	16	24	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	55.9
LÍMITE PLÁSTICO, %	27.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	28.4

OBSERVACIONES:

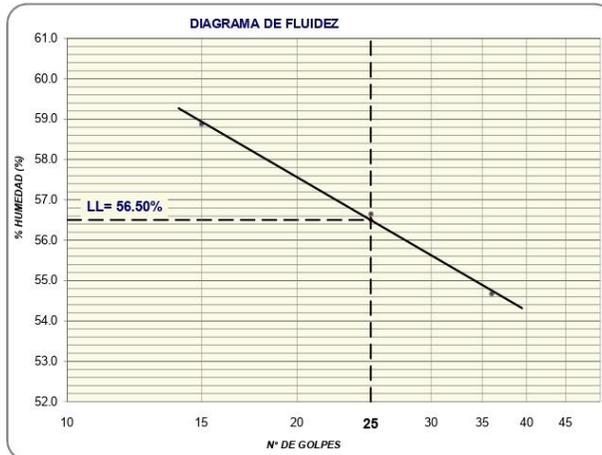
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40 (0,425 mm).


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 ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO	: 260/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 26-nov.-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-03	CENIZA	5%
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	31.99	31.18	31.61	23.79	20.51
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.40	5.58	6.79	2.10	1.82
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, %	58.88	56.65	54.67	29.05	29.12
NÚMERO DE GOLPES	15	25	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	56.5
LÍMITE PLÁSTICO, %	29.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	27.4

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

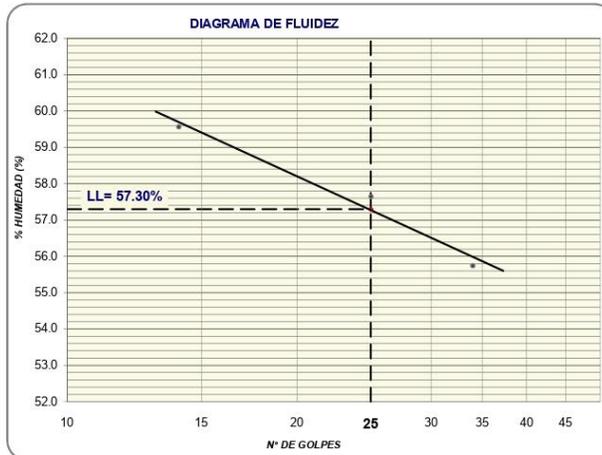

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO	: 260/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 3-oct-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-03	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	1	2
CÁPSULA No.	12	15	7	16	24
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	37.18	32.25	30.87	20.90	21.05
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	29.18	26.26	24.56	19.05	19.27
PESO AGUA, g	8.00	5.99	6.31	1.85	1.78
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.75	15.87	13.24	12.90	13.35
PESO SUELO SECO, g	13.43	10.39	11.32	6.15	5.92
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	59.57	57.65	55.74	30.08	30.07
NÚMERO DE GOLPES	14	25	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	57.3
LÍMITE PLÁSTICO, %	30.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	27.2

OBSERVACIONES:

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

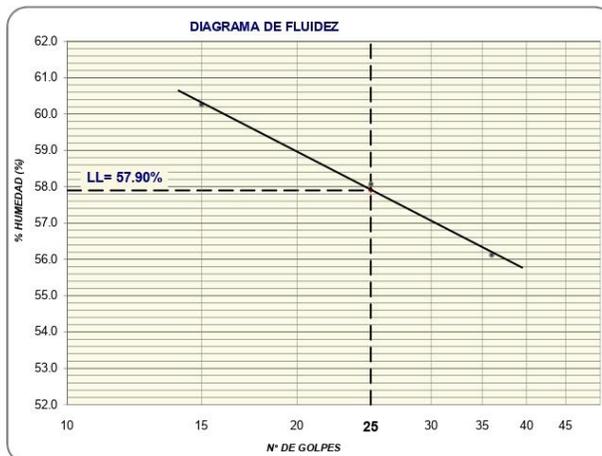

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO : 260/2021.GEOSUR	
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO : G.B.S	
UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 26-nov.-2021	
REFERENCIAS		
CALICATA : C-03	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	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.14	31.32	31.79	23.83	20.53
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.55	5.72	6.97	2.14	1.84
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, %	60.26	58.07	56.12	29.60	29.44
NÚMERO DE GOLPES	15	25	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	57.9
LÍMITE PLÁSTICO, %	29.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	28.4

OBSERVACIONES:

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

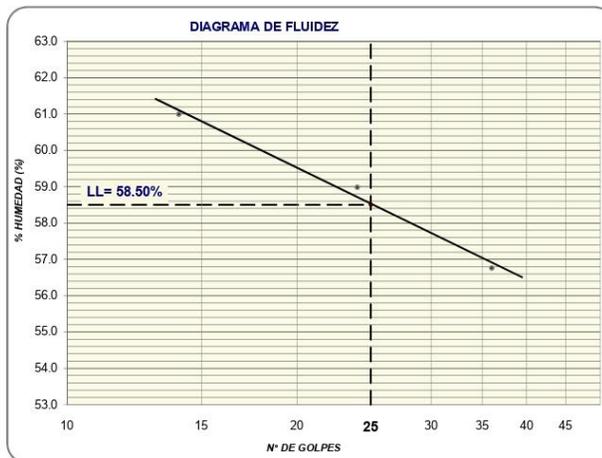

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO : 260/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 26-nov.-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-03	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	1	2
CÁPSULA No.	20	12	29	2	30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.22	31.41	31.87	24.01	20.70
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.63	5.81	7.05	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, %	60.99	58.98	56.76	32.09	32.16
NÚMERO DE GOLPES	14	24	36		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	58.5
LÍMITE PLÁSTICO, %	32.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	26.4

OBSERVACIONES:

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

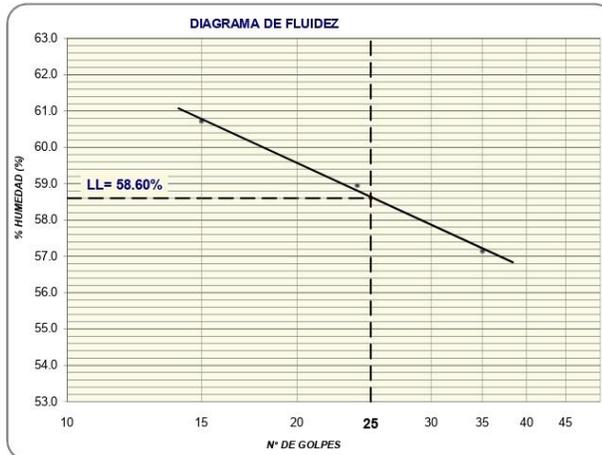

 JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO : 260/2021.GEOSUR	
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO : G.B.S	
UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 3-oct-2021	
REFERENCIAS		
CALICATA : C-03	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.	16	20	15	10	14
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31.64	32.38	31.60	20.75	22.68
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	24.56	25.83	25.88	18.93	20.59
PESO AGUA, g	7.08	6.55	5.72	1.82	2.09
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.90	14.72	15.87	13.31	14.11
PESO SUELO SECO, g	11.66	11.11	10.01	5.62	6.48
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	60.72	58.96	57.14	32.38	32.25
NÚMERO DE GOLPES	15	24	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	58.6
LÍMITE PLÁSTICO, %	32.3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	26.3

OBSERVACIONES:

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

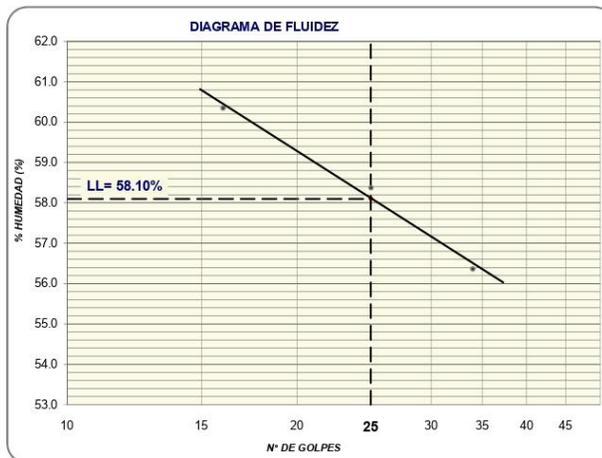

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE	: LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO	: 260/2021.GEOSUR
TESIS	: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO	: G.B.S
UBICACIÓN	: SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA	: 26-nov.-2021
REFERENCIAS			
CALICATA	: C-03	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	32.15	31.35	31.82	24.08	20.76
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.59	25.60	24.82	21.69	18.69
PESO AGUA, g	6.56	5.75	7.00	2.39	2.07
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, %	60.35	58.38	56.36	33.06	33.12
NÚMERO DE GOLPES	16	25	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO, %	58.1
LÍMITE PLÁSTICO, %	33.1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	25.0

OBSERVACIONES:

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

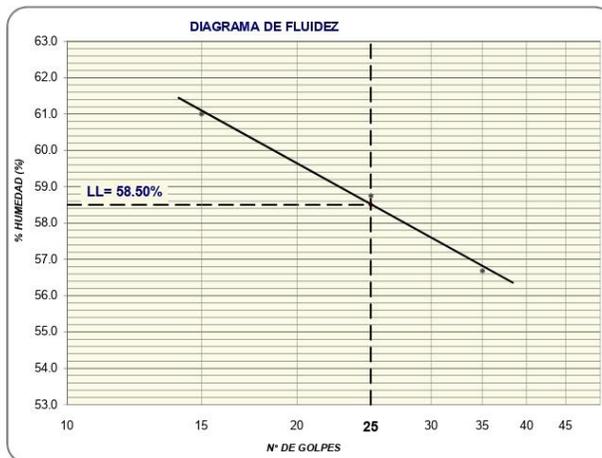

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

NTP 339.129 (99)

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES	REGISTRO : 260/2021.GEOSUR
TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO	TÉCNICO : G.B.S
UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO	FECHA : 26-nov.-2021
REFERENCIAS	
CALICATA : C-03	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.	16	14	3	20	22
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	33.38	34.78	29.58	22.20	23.76
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.62	27.13	23.26	20.33	21.61
PESO AGUA, g	7.76	7.65	6.32	1.87	2.15
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, %	61.01	58.76	56.68	33.33	33.39
NÚMERO DE GOLPES	15	25	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO, %	58.5
LÍMITE PLÁSTICO, %	33.4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD, %	25.1

OBSERVACIONES:

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


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

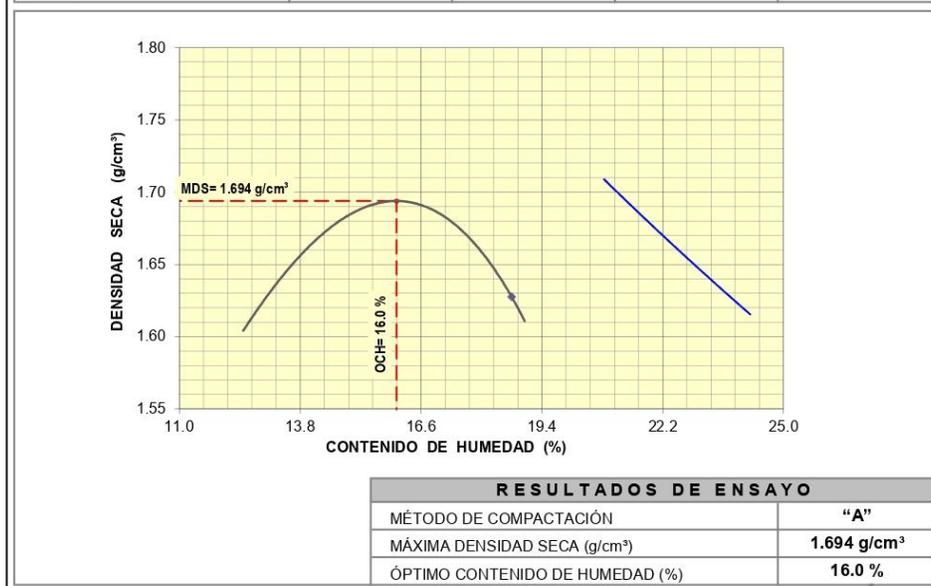
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 5%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5540.0	5629.0	5662.0	5624.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1740.0	1829.0	1862.0	1824.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.843	1.938	1.972	1.932				
06 - Tarro N°	13	18	29	22	31	1	4	3
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	703.67	706.01	696.38	692.52	708.36	689.36	696.23	712.96
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	645.6	647.5	632.2	627.1	635.0	617.3	619.2	630.3
09 - Peso del agua (g)	58.1	58.5	64.2	65.4	73.4	72.1	77.0	82.7
10 - Peso del tarro (g)	203.1	199.4	204.3	189.4	200.1	192.4	206.9	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	442.5	448.1	427.9	437.7	434.9	424.9	412.3	441.6
12 - Contenido de Humedad (%)	13.12	13.06	15.00	14.95	16.87	16.96	18.68	18.72
13 - Promedio de Humedad (%)	13.1	15.0	16.9	18.7				
	1.630	1.685	1.687	1.628				



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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 5%

MOLDE N°	7		13		17	
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	8913.0	9047.0	8967.0	9150.0	8721.0	9028.0
PESO DEL MOLDE, g	4832.0	4832.0	5048.0	5048.0	5017.0	5017.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4081.0	4215.0	3919.0	4102.0	3704.0	4011.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2075.0	2357.4	2103.0	2543.1	2092.0	2740.6
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.967	1.788	1.864	1.613	1.771	1.464
DENSIDAD SECA	1.694	1.491	1.608	1.330	1.525	1.164
TARA N°	5	14	13	15	18	19
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	581.5	528.9	692.3	562.8	657.1
TARA + SUELO SECO	534.0	519.0	484.3	605.4	512.4	561.2
PESO DEL AGUA	52.8	62.5	44.6	86.9	50.4	95.9
PESO DE LA TARA	206.2	204.9	203.1	197.6	199.4	187.9
PESO DEL SUELO SECO	327.8	314.1	281.2	407.8	313.0	373.3
% DE HUMEDAD	16.11	19.90	15.86	21.30	16.10	25.70
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.1	19.9	15.9	21.3	16.1	25.7

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		S/E	0.000		0.00	0.00	0.000		0.00	0.00	
15/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.61	0.950	24.13	20.93	1.400	35.56	31.00			

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	7	13	17
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11370.0	11214.0	11157.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4215.0	4102.0	4011.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4081.0	3919.0	3704.0
Peso del agua absorbida, g	134.0	183.0	307.0
Peso del suelo seco, g	3515.1	3381.4	3190.4
Absorción de agua, %	3.8	5.4	9.6

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		19.2	19.2	1.0	16.7	16.7	0.9	11.7	11.7	0.6
1.270	0.050		44.3	44.3	2.3	33.3	33.3	1.7	26.4	26.4	1.4
1.905	0.075		66.2	66.2	3.4	51.1	51.1	2.6	42.0	42.0	2.2
2.540	0.100	70.3	93.2	93.2	4.8	72.2	72.2	3.7	57.6	57.6	3.0
3.810	0.150		137.2	137.2	7.1	108.4	108.4	5.6	86.8	86.8	4.5
5.080	0.200	105.5	167.3	167.3	8.6	129.8	129.8	6.7	105.5	105.5	5.4
6.350	0.250		186.7	186.7	9.6	146.9	146.9	7.6	119.6	119.6	6.2
7.620	0.300		201.9	201.9	10.4	156.5	156.5	8.1	131.6	131.6	6.8
10.160	0.400		220.4	220.4	11.4	173.4	173.4	9.0	145.4	145.4	7.5
12.700	0.500		229.6	229.6	11.9	181.1	181.1	9.4	151.2	151.2	7.8

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

Juan David Pelaez Quispe
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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

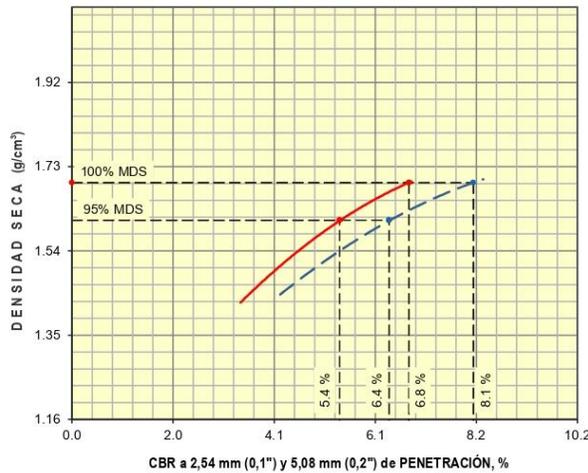
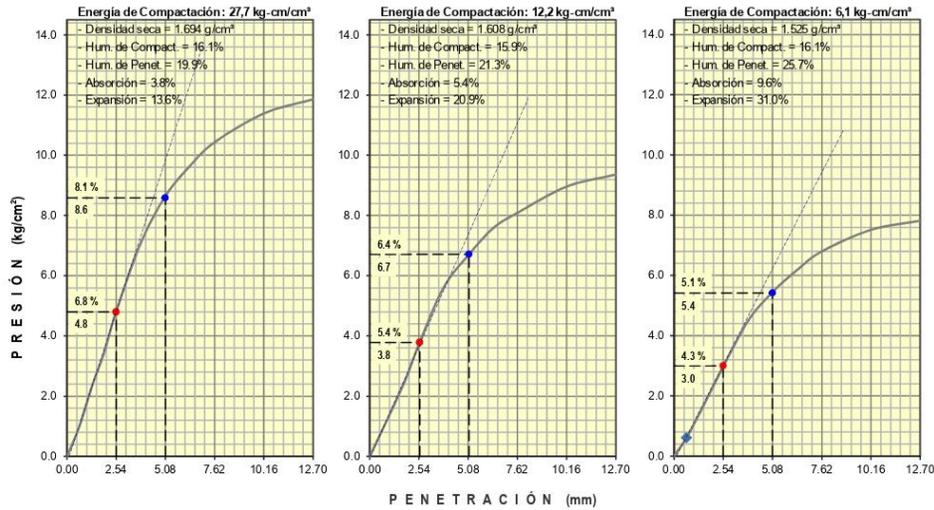
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 5%



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.694
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.0

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., %	6.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	5.4
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	8.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	6.4

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- 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

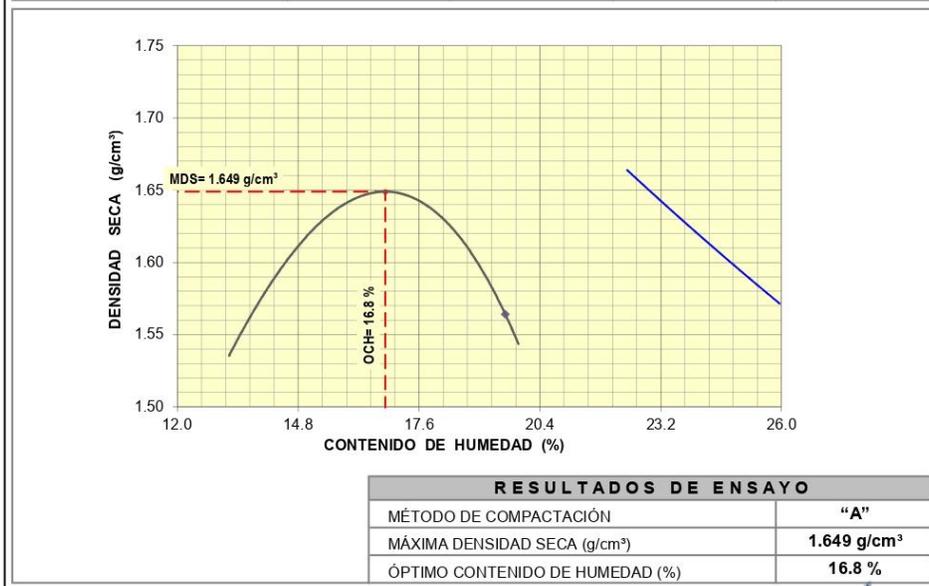
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 10%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5484.0	5588.0	5623.0	5565.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1684.0	1788.0	1823.0	1765.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.784	1.894	1.931	1.870				
06 - Tarro N°	16	17	32	20	14	6	7	5
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	693.26	708.3	699.49	711.48	690.34	689.46	705.13	703.25
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	633.9	644.9	632.4	642.5	617.1	613.3	620.4	621.6
09 - Peso del agua (g)	59.4	63.4	67.1	69.0	73.2	76.2	84.7	81.7
10 - Peso del tarro (g)	204.6	184.8	205.4	203.1	204.9	184.0	188.4	206.2
11 - Peso suelo seco (g)	429.3	460.1	427.0	439.4	412.2	429.3	432.0	415.4
12 - Contenido de Humedad (%)	13.83	13.78	15.71	15.70	17.77	17.74	19.61	19.66
13 - Promedio de Humedad (%)	13.8	15.7	17.8	19.6				
	1.568	1.637	1.639	1.564				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


 JUAN DAVID PELÁEZ 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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03 CENIZA : 10%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	14		16		20	
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	9167.0	9309.0	8712.0	8883.0	8686.0	8986.0
PESO DEL MOLDE, g	5115.0	5115.0	4957.0	4957.0	5145.0	5145.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4052.0	4194.0	3755.0	3926.0	3541.0	3841.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2104.0	2386.7	2077.0	2517.0	2072.0	2720.6
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.926	1.757	1.808	1.560	1.709	1.412
DENSIDAD SECA	1.649	1.453	1.549	1.279	1.463	1.114
TARA N°	7	11	16	3	5	9
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	588.3	528.9	697.1	562.8	656.6
TARA + SUELO SECO	529.5	519.0	482.4	605.4	511.4	561.2
PESO DEL AGUA	57.3	69.3	46.5	91.7	51.4	95.4
PESO DE LA TARA	188.4	187.4	204.6	188.7	206.2	203.9
PESO DEL SUELO SECO	341.1	331.6	277.8	416.7	305.2	357.3
% DE HUMEDAD	16.80	20.90	16.74	22.00	16.84	26.70
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.8	20.9	16.7	22.0	16.8	26.7

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	13.43	0.950	24.13	21.19	1.400	35.56	31.30			

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	14	16	20
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11349.0	11038.0	10987.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4194.0	3926.0	3841.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4052.0	3755.0	3541.0
Peso del agua absorbida, g	142.0	171.0	300.0
Peso del suelo seco, g	3469.2	3217.7	3031.7
Absorción de agua, %	4.1	5.3	9.9

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		23.0	23.0	1.2	24.4	24.4	1.3	15.5	15.5	0.8
1.270	0.050		56.0	56.0	2.9	48.8	48.8	2.5	34.2	34.2	1.8
1.905	0.075		89.4	89.4	4.6	70.5	70.5	3.6	53.6	53.6	2.8
2.540	0.100	70.3	116.4	116.4	6.0	91.6	91.6	4.7	77.0	77.0	4.0
3.810	0.150		175.9	175.9	9.1	139.4	139.4	7.2	117.8	117.8	6.1
5.080	0.200	105.5	217.7	217.7	11.2	172.4	172.4	8.9	140.3	140.3	7.2
6.350	0.250		244.8	244.8	12.6	193.4	193.4	10.0	158.3	158.3	8.2
7.620	0.300		263.9	263.9	13.6	210.7	210.7	10.9	174.1	174.1	9.0
10.160	0.400		290.1	290.1	15.0	231.5	231.5	12.0	188.0	188.0	9.7
12.700	0.500		303.1	303.1	15.7	243.1	243.1	12.6	193.8	193.8	10.0

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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

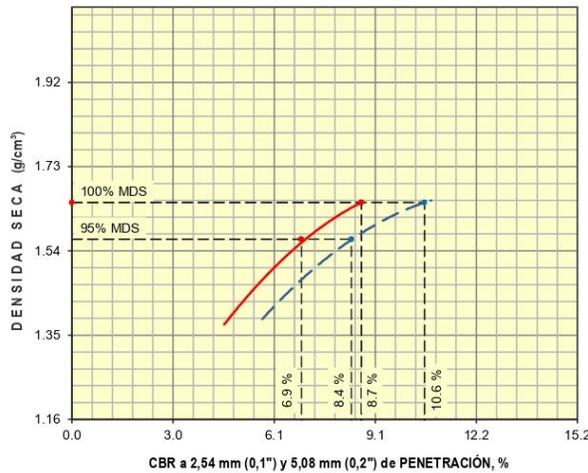
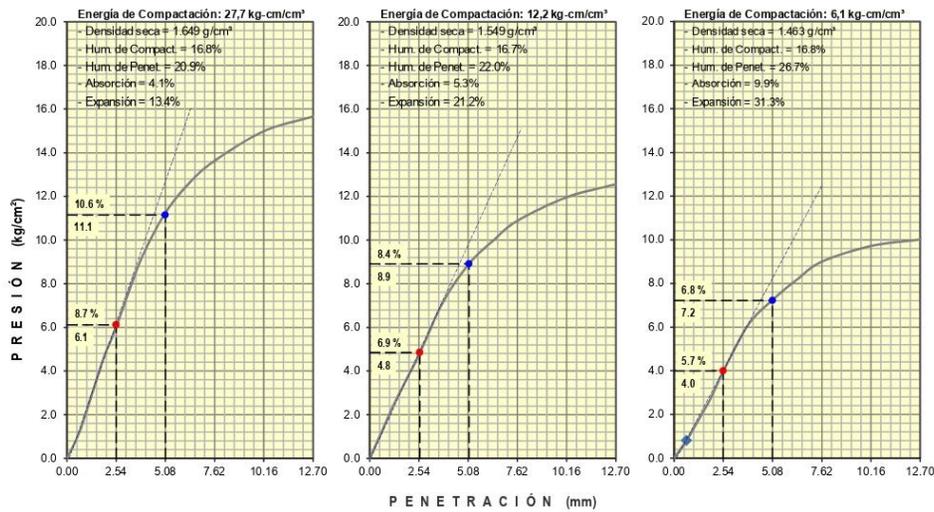
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 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	1.649
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.8

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., %	8.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	6.9
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	10.6
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.4

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- 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)**

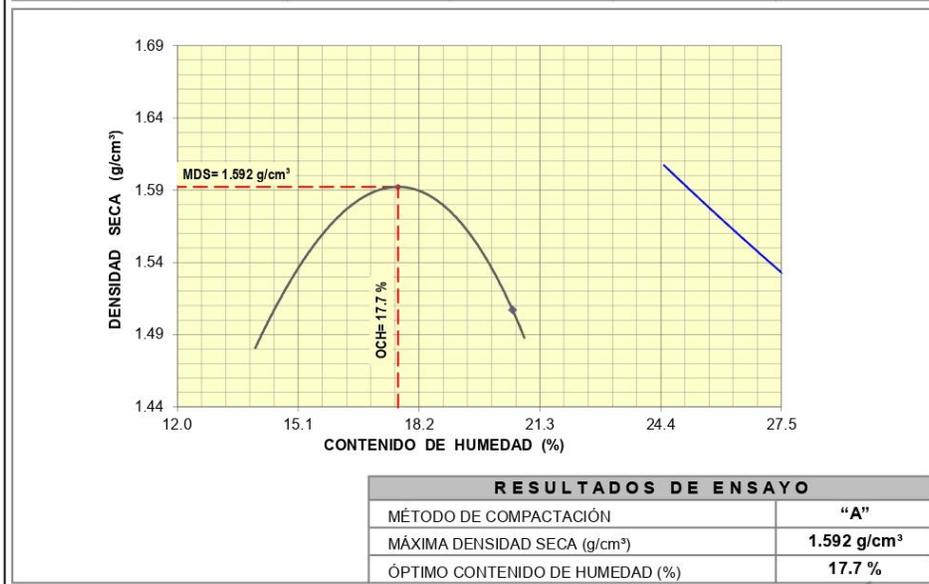
SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 15%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5437.0	5545.0	5574.0	5515.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1637.0	1745.0	1774.0	1715.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.734	1.849	1.879	1.817				
06 - Tarro N°	19	21	31	22	18	8	9	3
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	712.73	692.65	706.05	693.57	698.32	693.29	695.26	696.59
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	645.5	629.9	633.8	621.4	619.9	616.9	611.3	610.0
09 - Peso del agua (g)	67.2	62.8	72.3	72.2	78.4	76.4	84.0	86.6
10 - Peso del tarro (g)	187.9	200.0	200.1	189.4	199.4	206.8	203.9	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	457.6	429.9	433.7	432.0	420.5	410.1	407.4	421.3
12 - Contenido de Humedad (%)	14.69	14.60	16.66	16.71	18.65	18.63	20.61	20.55
13 - Promedio de Humedad (%)	14.6	16.7	18.6	20.6				
	1.513	1.584	1.584	1.507				



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


 JUAN DAVID PELÁEZ 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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 15%

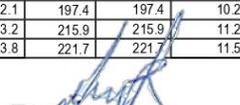
MOLDE N°	17		1		2	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	8934.0	9084.0	8717.0	8888.0	8590.0	8891.0
PESO DEL MOLDE, g	5017.0	5017.0	4991.0	4991.0	5079.0	5079.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	3917.0	4067.0	3726.0	3897.0	3511.0	3812.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2092.0	2374.5	2104.0	2544.3	2102.0	2750.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.872	1.713	1.771	1.532	1.670	1.386
DENSIDAD SECA	1.592	1.403	1.507	1.246	1.418	1.083
TARA N°	19	32	34	37	41	42
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	588.3	528.9	697.4	562.8	665.6
TARA + SUELO SECO	527.2	519.0	478.9	605.4	507.0	561.2
PESO DEL AGUA	59.6	69.3	50.0	92.0	55.8	104.4
PESO DE LA TARA	187.9	205.4	193.2	203.7	193.9	187.1
PESO DEL SUELO SECO	339.3	313.6	285.7	401.7	313.1	374.1
% DE HUMEDAD	17.57	22.10	17.50	22.90	17.82	27.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.6		17.5	22.9	17.8	27.9

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	13.50	0.950	24.13	20.93	1.400	35.56	30.87			

ABSORCIÓN						
MOLDE N°	17		1		2	
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11222.0		11009.0		10958.0	
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo húmedo embebido, g	4067.0		3897.0		3812.0	
Peso suelo húm. sin embeber, g	3917.0		3726.0		3511.0	
Peso del agua absorbida, g	150.0		171.0		301.0	
Peso del suelo seco, g	3330.8		3171.1		2980.5	
Absorción de agua, %	4.5		5.4		10.1	

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		26.9	26.9	1.4	24.4	24.4	1.3	20.2	20.2	1.0
1.270	0.050		67.6	67.6	3.5	58.1	58.1	3.0	43.5	43.5	2.2
1.905	0.075		97.2	97.2	5.0	79.8	79.8	4.1	62.9	62.9	3.3
2.540	0.100	70.3	135.7	135.7	7.0	107.8	107.8	5.6	90.9	90.9	4.7
3.810	0.150		203.0	203.0	10.5	162.6	162.6	8.4	136.4	136.4	7.0
5.080	0.200	105.5	242.0	242.0	12.5	195.6	195.6	10.1	161.7	161.7	8.4
6.350	0.250		268.8	268.8	13.9	216.6	216.6	11.2	182.0	182.0	9.4
7.620	0.300		290.9	290.9	15.0	233.9	233.9	12.1	197.4	197.4	10.2
10.160	0.400		322.6	322.6	16.7	254.7	254.7	13.2	215.9	215.9	11.2
12.700	0.500		340.3	340.3	17.6	266.3	266.3	13.8	221.7	221.7	11.5

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


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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

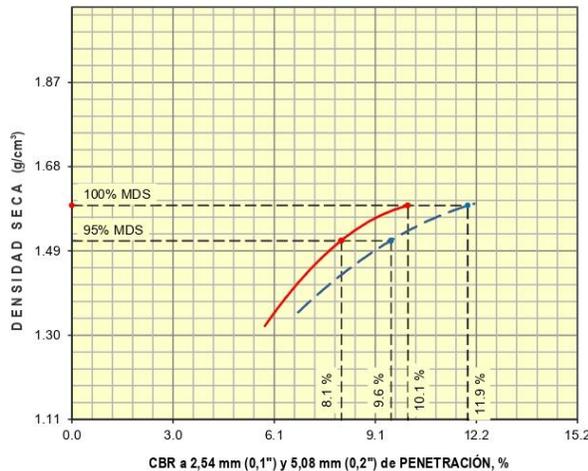
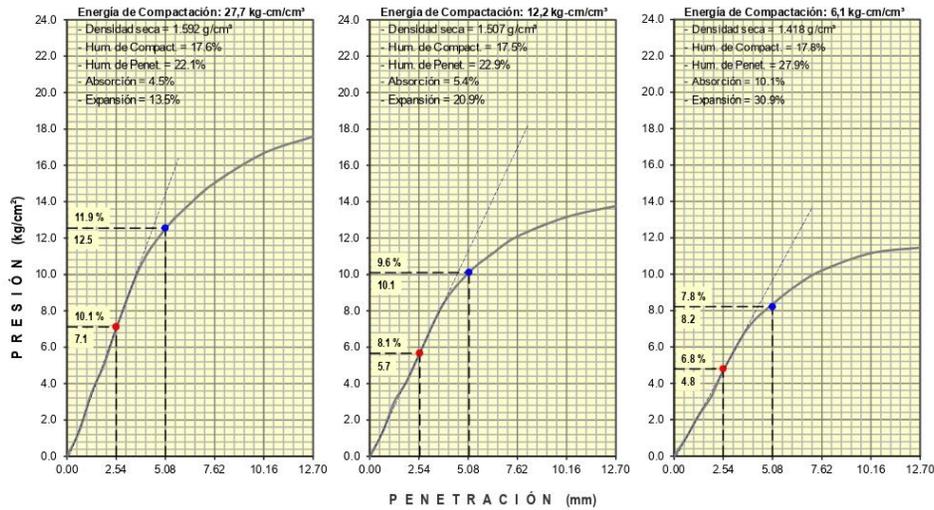
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 10-oct-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 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	1.592
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.7

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., %	10.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.1
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	11.9
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.6

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- 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 ERICK VIDAL GONZALES

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR

TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO
ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 26-nov.-2021

UBICACIÓN : . SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REFERENCIAS DE LA CANTERA

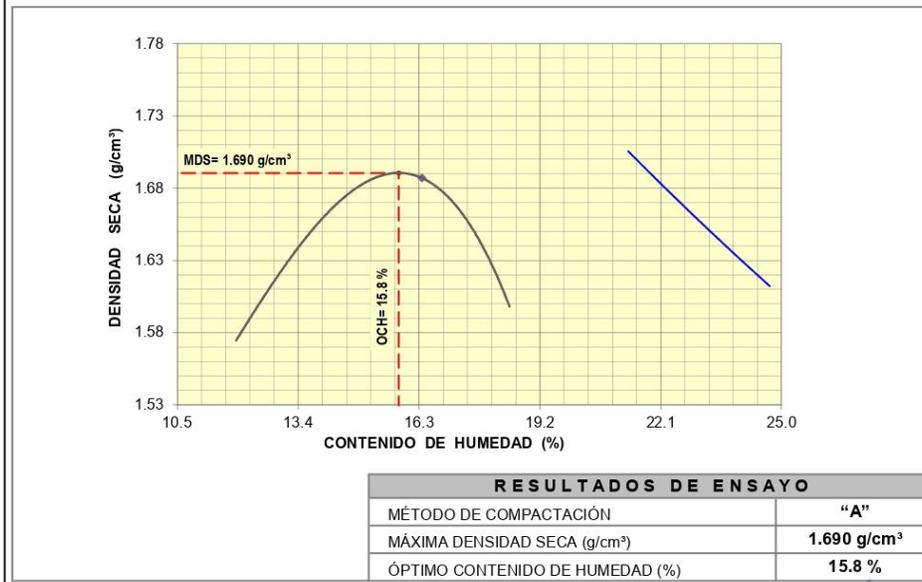
: CENIZA:5%

CALICATA : C-03

MUESTRA : C-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5495.0	5607.0	5653.0	5600.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1695.0	1807.0	1853.0	1800.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.796	1.914	1.963	1.907				
06 - Tarro N°	11	16	52	32	8	12	34	3
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	452.3	485.6	459.6	478.5	428.6	455.2	497.4	419.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	423.0	454.7	426.4	444.1	397.4	417.7	450.3	384.2
09 - Peso del agua (g)	29.3	30.9	33.2	34.4	31.2	37.5	47.1	35.6
10 - Peso del tarro (g)	187.4	204.6	196.8	205.4	206.8	188.8	193.2	188.7
11 - Peso suelo seco (g)	235.6	250.1	229.6	238.7	190.6	228.9	257.1	195.5
12 - Contenido de Humedad (%)	12.44	12.36	14.46	14.41	16.37	16.38	18.32	18.21
13 - Promedio de Humedad (%)	12.4	12.4	14.4	14.4	16.4	16.4	18.3	18.3
	1.598	1.673	1.673	1.686	1.686	1.686	1.612	1.612



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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE - LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS DE LA CANTERA : CENIZA:5%
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : C-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

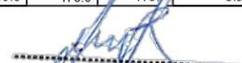
MOLDE N°	10		11		12	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	55		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9018.0	9147.0	9036.0	9199.0	8712.0	8926.0
PESO DEL MOLDE, g	4984.0	4984.0	5096.0	5096.0	5095.0	5095.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4034.0	4163.0	3940.0	4103.0	3617.0	3831.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2065.0	2256.5	2125.0	2403.0	2058.0	2521.4
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.954	1.845	1.854	1.707	1.758	1.519
DENSIDAD SECA	1.690	1.546	1.601	1.416	1.519	1.239
TARA N°	1	2	4	6	5	17
TARA + SUELO HÚMEDO	562.3	573.6	548.5	643.4	544.6	657.1
TARA + SUELO SECO	512.5	511.6	501.8	564.9	498.7	570.0
PESO DEL AGUA	49.8	62.0	46.7	78.5	45.9	87.1
PESO DE LA TARA	192.4	190.5	206.9	184.0	206.2	184.8
PESO DEL SUELO SECO	320.1	321.1	294.9	380.9	292.5	385.2
% DE HUMEDAD	15.56	19.30	15.82	20.60	15.69	22.60
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.6	19.3	15.8	20.6	15.7	22.6

EXPANSIÓN														
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL			EXPANSIÓN			DIAL			EXPANSIÓN		
			pulg	mm	%	mm	%	pulg	mm	%	pulg	mm	%	
20/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000			0.00	S/E	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	
24/06/2020	08:15 a. m.	4	0.300	10.50	9.28	0.600		15.24	13.08	1.000	25.40	22.52		

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	10	11	12
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11318.0	11215.0	10977.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4163.0	4103.0	3831.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4034.0	3940.0	3617.0
Peso del agua absorbida, g	129.0	163.0	214.0
Peso del suelo seco, g	3489.6	3402.4	3126.2
Absorción de agua, %	3.7	4.8	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		24.4	24.4	1.3	19.4	19.4	1.0	12.4	12.4	0.6
1.270	0.050		48.8	48.8	2.5	38.7	38.7	2.0	29.8	29.8	1.5
1.905	0.075		73.2	73.2	3.8	58.1	58.1	3.0	45.7	45.7	2.4
2.540	0.100	70.3	103.1	103.1	5.3	78.5	78.5	4.1	61.6	61.6	3.2
3.810	0.150		147.7	147.7	7.6	117.3	117.3	6.1	93.1	93.1	4.8
5.080	0.200	105.5	174.2	174.2	9.0	139.6	139.6	7.2	112.1	112.1	5.8
6.350	0.250		198.5	198.5	10.3	161.4	161.4	8.3	130.1	130.1	6.7
7.620	0.300		216.8	216.8	11.2	173.8	173.8	9.0	142.5	142.5	7.4
10.160	0.400		243.1	243.1	12.6	193.6	193.6	10.0	162.2	162.2	8.4
12.700	0.500		259.0	259.0	13.4	204.4	204.4	10.6	173.0	173.0	8.9

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

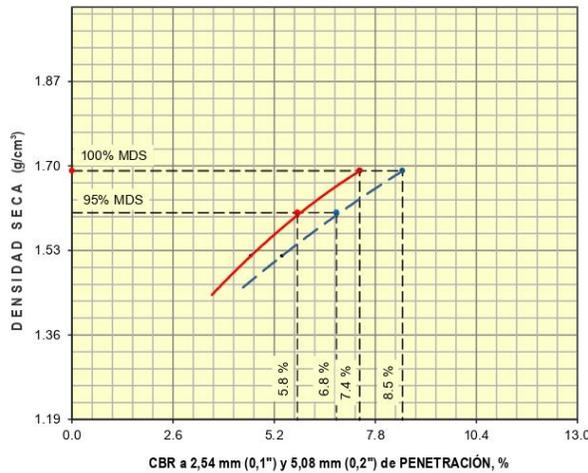
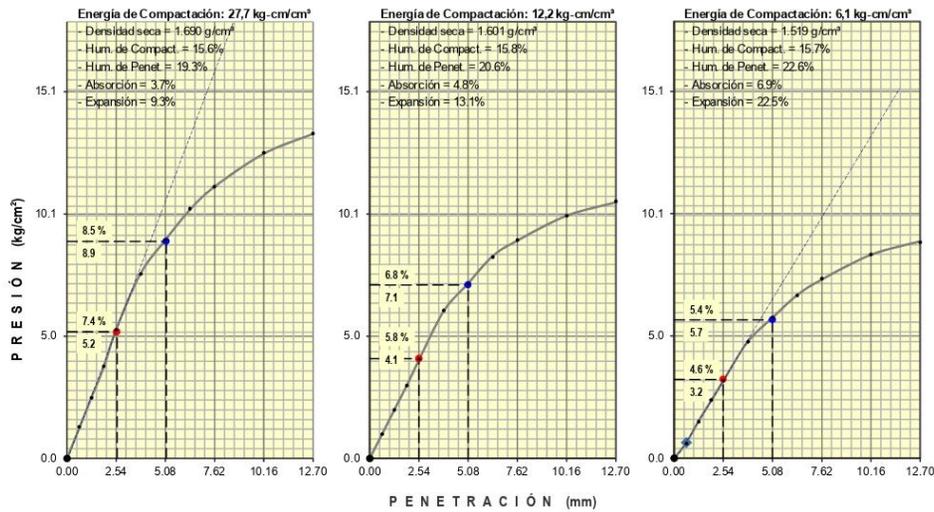

JUAN DAVID PELAEZ QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 263117

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

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov-2021

REFERENCIAS DE LA CANTERA : CENIZA:5%
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : C-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50



RESULTADOS DE ENSAYOS
Proctor Modificado (ASTM D-1557)

- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.690
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.8

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., %	7.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	5.8
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	8.5
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	6.8

Caracterización del Suelo

- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

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

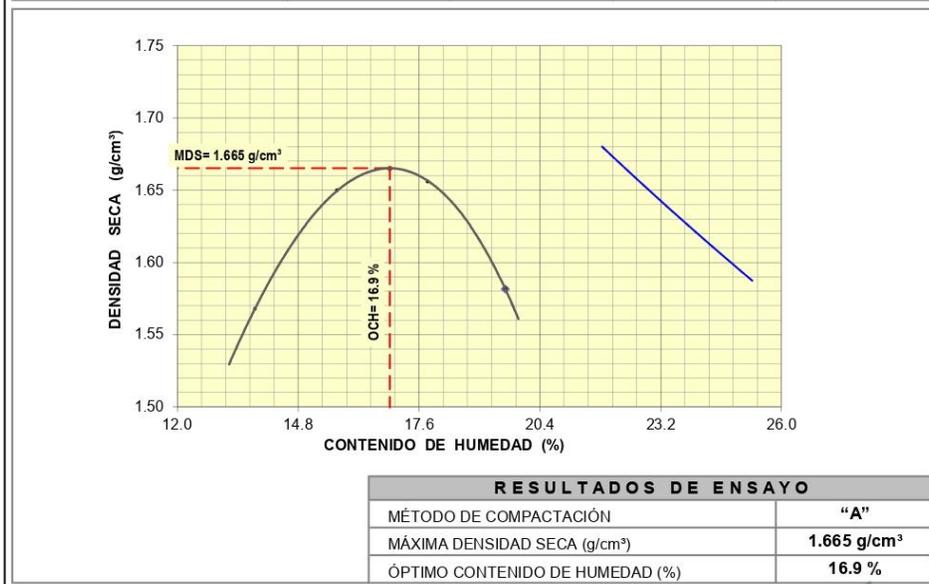
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : . SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 10%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5484.0	5602.0	5642.0	5586.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1684.0	1802.0	1842.0	1786.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.784	1.909	1.951	1.892				
06 - Tarro N°	4	12	13	23	14	16	17	18
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	591.6	584.6	5837.2	566.3	548.8	748.1	519.0	640.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	544.9	536.7	5072.5	515.0	496.8	666.0	464.3	567.8
09 - Peso del agua (g)	46.7	47.9	764.7	51.3	52.0	82.1	54.7	72.3
10 - Peso del tarro (g)	206.9	188.8	203.1	188.0	204.9	204.6	184.8	199.4
11 - Peso suelo seco (g)	338.0	347.9	4869.4	327.0	291.9	461.4	279.5	368.4
12 - Contenido de Humedad (%)	13.82	13.77	15.70	15.69	17.81	17.79	19.57	19.63
13 - Promedio de Humedad (%)	13.8	15.7	17.8	19.6				
	1.568	1.650	1.656	1.582				



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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03 CENIZA : 10%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

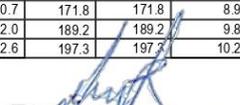
MOLDE N°	10		11		12	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9003.0	9096.0	9018.0	9156.0	8621.0	8839.0
PESO DEL MOLDE, g	4984.0	4984.0	5096.0	5096.0	5095.0	5095.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4019.0	4112.0	3922.0	4060.0	3526.0	3744.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2065.0	2347.6	2125.0	2565.1	2058.0	2706.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.946	1.752	1.846	1.583	1.713	1.383
DENSIDAD SECA	1.665	1.465	1.580	1.309	1.468	1.116
TARA N°	2	4	42	15	18	33
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	580.2	528.9	690.6	562.8	650.2
TARA + SUELO SECO	529.4	519.0	479.8	605.4	510.7	561.2
PESO DEL AGUA	57.4	61.2	49.1	85.2	52.1	89.0
PESO DE LA TARA	190.5	206.9	187.1	197.6	199.4	188.7
PESO DEL SUELO SECO	338.9	312.1	292.7	407.8	311.3	372.5
% DE HUMEDAD	16.94	19.60	16.77	20.90	16.74	23.90
% PROMEDIO DE HUMEDAD	16.9	19.6	16.8	20.9	16.7	23.9

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	13.68	0.950	24.13	20.71	1.400	35.56	31.52			

ABSORCIÓN						
MOLDE N°	10		11		12	
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11267.0		11172.0		10890.0	
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo húmedo embebido, g	4112.0		4060.0		3744.0	
Peso suelo húm. sin embeber, g	4019.0		3922.0		3526.0	
Peso del agua absorbida, g	93.0		138.0		218.0	
Peso del suelo seco, g	3438.0		3357.9		3021.4	
Absorción de agua, %	2.7		4.1		7.2	

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		23.0	23.0	1.2	24.4	24.4	1.3	15.5	15.5	0.8
1.270	0.050		56.0	56.0	2.9	48.8	48.8	2.5	35.7	35.7	1.8
1.905	0.075		89.4	89.4	4.6	74.3	74.3	3.8	58.7	58.7	3.0
2.540	0.100	70.3	124.1	124.1	6.4	103.2	103.2	5.3	83.6	83.6	4.3
3.810	0.150		175.9	175.9	9.1	139.4	139.4	7.2	117.8	117.8	6.1
5.080	0.200	105.5	213.8	213.8	11.0	167.0	167.0	8.6	137.6	137.6	7.1
6.350	0.250		240.9	240.9	12.4	189.5	189.5	9.8	158.3	158.3	8.2
7.620	0.300		263.9	263.9	13.6	206.8	206.8	10.7	171.8	171.8	8.9
10.160	0.400		290.1	290.1	15.0	231.5	231.5	12.0	189.2	189.2	9.8
12.700	0.500		303.1	303.1	15.7	243.1	243.1	12.6	197.3	197.3	10.2

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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

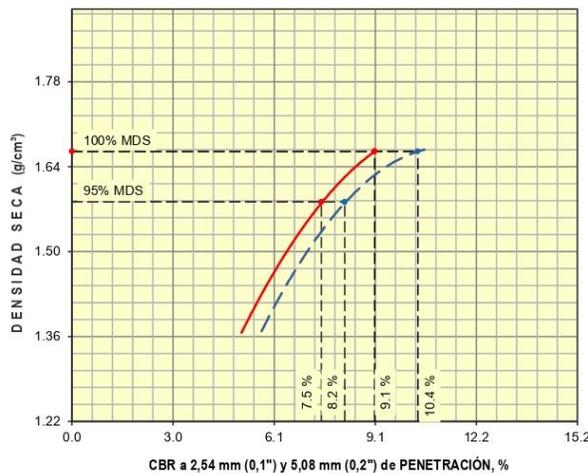
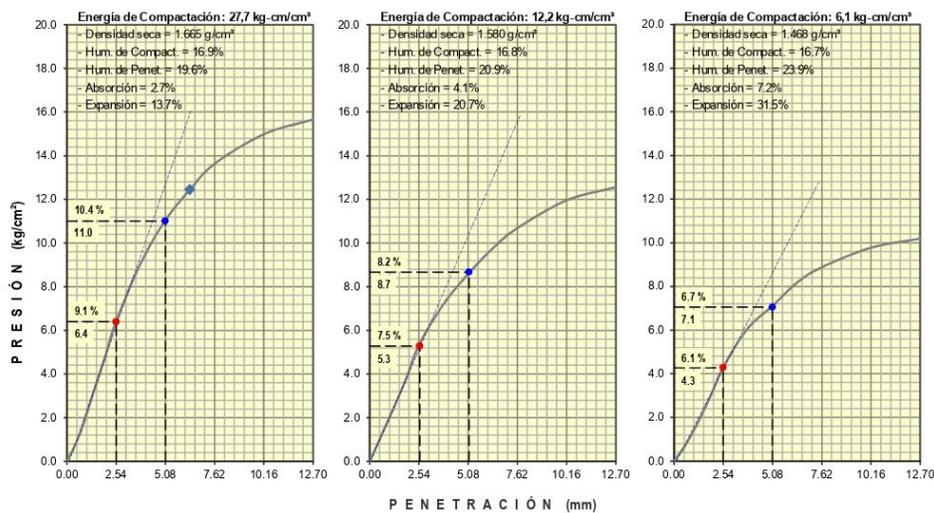
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 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
- Óptimo Cont. de Humedad, %	16.9
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., %	9.1
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., %	10.4
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.2
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

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

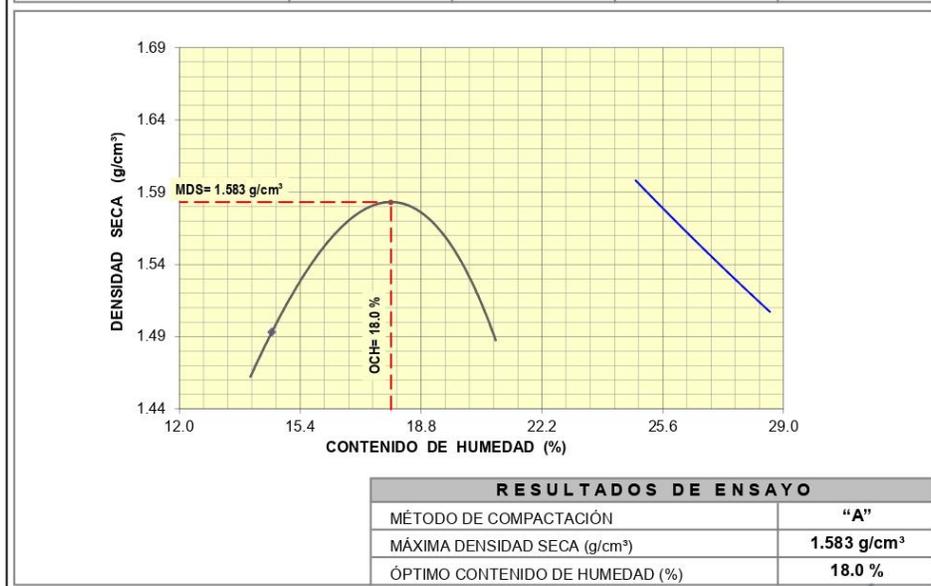
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : . SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 15%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5415.0	5528.0	5568.0	5515.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1615.0	1728.0	1768.0	1715.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.711	1.831	1.873	1.817				
06 - Tarro N°	23	43	11	15	3	2	46	22
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	729.3	692.65	708.9	699.2	714.9	723.1	628.9	696.59
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	660.3	628.0	634.3	627.4	632.3	639.6	555.4	609.9
09 - Peso del agua (g)	69.0	64.7	74.6	71.8	82.6	83.5	73.5	86.7
10 - Peso del tarro (g)	188.0	184.3	187.4	197.6	188.7	190.5	198.2	189.4
11 - Peso suelo seco (g)	472.3	443.7	446.9	429.8	443.6	449.1	357.2	420.5
12 - Contenido de Humedad (%)	14.61	14.57	16.69	16.71	18.62	18.59	20.58	20.62
13 - Promedio de Humedad (%)	14.6	14.57	16.7	16.71	18.6	18.59	20.6	20.62
	1.493	1.569	1.579	1.579	1.579	1.579	1.579	1.507



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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO

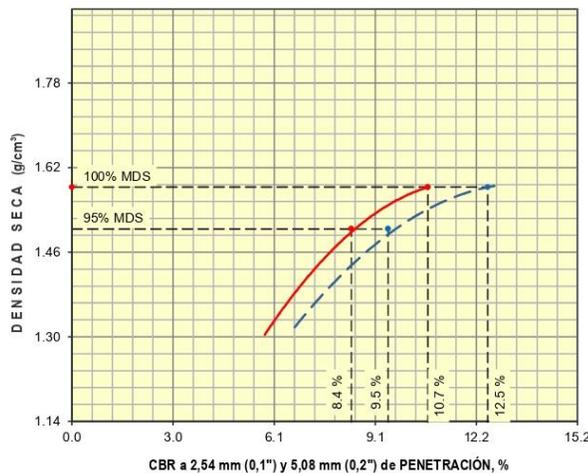
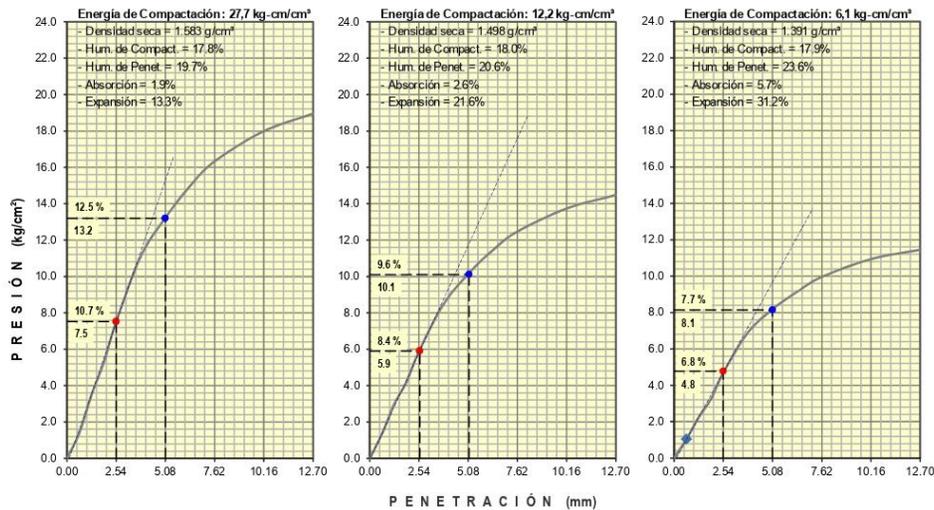
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 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	1.583
- Óptimo Cont. de Humedad, %	18.0
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., %	10.7
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.4
- 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., %	9.5
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

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

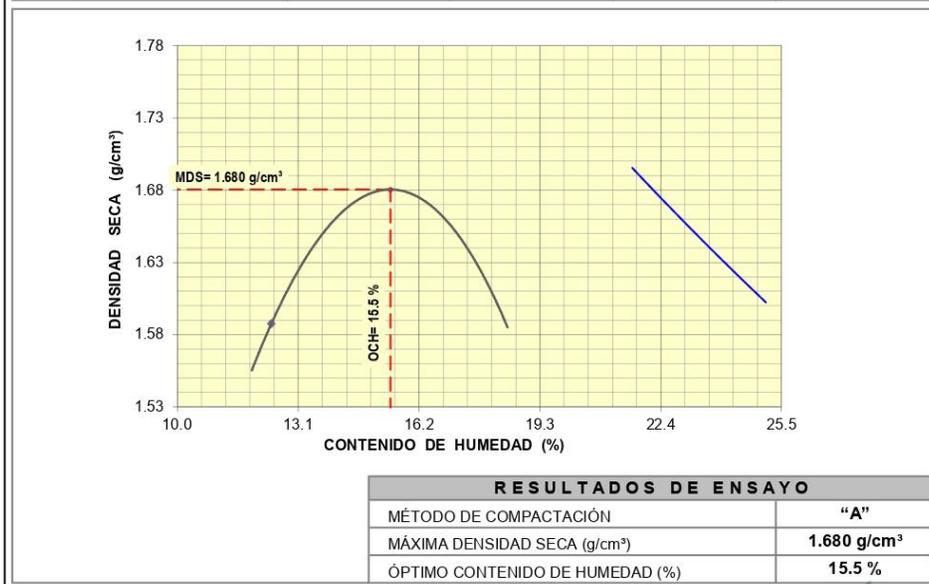
**ASTM D1557 - 07 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO
USANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kg-cm/m³)**

SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : .SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS DE LA CANTERA : CENIZA:5%
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : C-01 PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5485.0	5604.0	5637.0	5584.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1685.0	1804.0	1837.0	1784.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.785	1.911	1.946	1.890				
06 - Tarro N°	12	11	4	6	8	9	33	5
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	711.6	709.2	688.9	692.3	713.2	725.8	666.8	722.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	653.8	651.7	627.9	628.2	642.1	652.2	593.0	642.5
09 - Peso del agua (g)	57.8	57.5	61.0	64.1	71.1	73.6	73.8	79.7
10 - Peso del tarro (g)	188.8	187.4	206.9	184.0	206.8	203.9	188.7	206.2
11 - Peso suelo seco (g)	465.0	464.3	421.0	444.2	435.3	448.3	404.3	436.3
12 - Contenido de Humedad (%)	12.43	12.38	14.49	14.43	16.33	16.42	18.25	18.27
13 - Promedio de Humedad (%)	12.4	12.38	14.5	14.43	16.4	16.42	18.3	18.27
	1.588	1.669	1.672	1.598				



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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE - LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS DE LA CANTERA : CENIZA:5%
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : C-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

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	9126.0	9211.0	8980.0	9139.0	8540.0	8729.0
PESO DEL MOLDE, g	5048.0	5048.0	5115.0	5115.0	4950.0	4950.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4078.0	4163.0	3865.0	4024.0	3590.0	3779.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2103.0	2294.5	2104.0	2382.1	2073.0	2536.5
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.939	1.814	1.837	1.689	1.732	1.490
DENSIDAD SECA	1.677	1.538	1.589	1.403	1.498	1.224
TARA N°	3	5	9	25	35	40
TARA + SUELO HÚMEDO	562.3	566.3	548.5	640.3	544.6	653.2
TARA + SUELO SECO	512.0	511.6	501.9	564.9	496.8	570.0
PESO DEL AGUA	50.3	54.7	46.6	75.4	47.8	83.2
PESO DE LA TARA	188.7	206.2	203.9	195.1	189.8	186.7
PESO DEL SUELO SECO	323.3	305.4	298.0	369.8	307.0	383.3
% DE HUMEDAD	15.56	17.90	15.62	20.40	15.57	21.70
% PROMEDIO DE HUMEDAD	15.6	18.0	15.6	20.4	15.6	21.7

EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		EXPANSIÓN		DIAL		
			pulg	mm	mm	%	pulg	mm	mm	%	pulg	mm	%
20/06/2020	08:15 a. m.	0	0.000		0.00	S/E	0.000		0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
24/06/2020	08:15 a. m.	4	0.300	10.50	9.11	0.600	15.24	13.22	1.000	25.40	22.36		

ABSORCIÓN			
MOLDE N°	13	14	15
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11318.0	11136.0	10925.0
Peso del plato + molde, g	7155.0	7112.0	7146.0
Peso suelo húmedo embebido, g	4163.0	4024.0	3779.0
Peso suelo húm. sin embeber, g	4078.0	3865.0	3590.0
Peso del agua absorbida, g	85.0	159.0	189.0
Peso del suelo seco, g	3527.7	3343.4	3105.5
Absorción de agua, %	2.4	4.8	6.1

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		24.4	24.4	1.3	19.4	19.4	1.0	12.4	12.4	0.6
1.270	0.050		48.8	48.8	2.5	38.7	38.7	2.0	29.8	29.8	1.5
1.905	0.075		73.2	73.2	3.8	58.1	58.1	3.0	45.7	45.7	2.4
2.540	0.100	70.3	103.1	103.1	5.3	78.5	78.5	4.1	61.6	61.6	3.2
3.810	0.150		147.7	147.7	7.6	115.2	115.2	6.0	91.3	91.3	4.7
5.080	0.200	105.5	177.7	177.7	9.2	137.5	137.5	7.1	107.9	107.9	5.6
6.350	0.250		198.5	198.5	10.3	156.9	156.9	8.1	123.1	123.1	6.4
7.620	0.300		216.8	216.8	11.2	171.7	171.7	8.9	136.9	136.9	7.1
10.160	0.400		243.1	243.1	12.6	192.5	192.5	9.9	154.5	154.5	8.0
12.700	0.500		259.0	259.0	13.4	204.4	204.4	10.6	165.4	165.4	8.5

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 ERICK VIDAL GONZALES

TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO

UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR

TÉCNICO : G.B.S

FECHA : 26-nov-2021

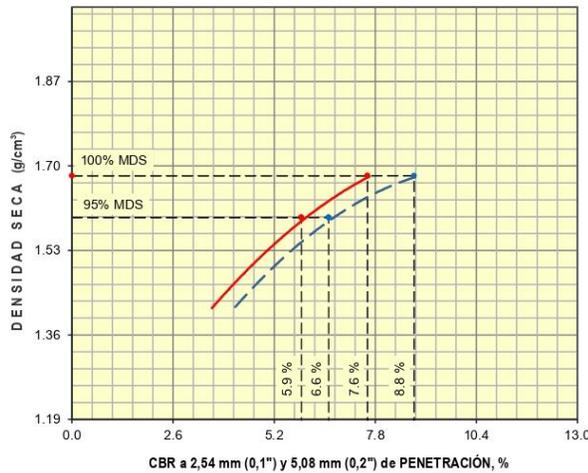
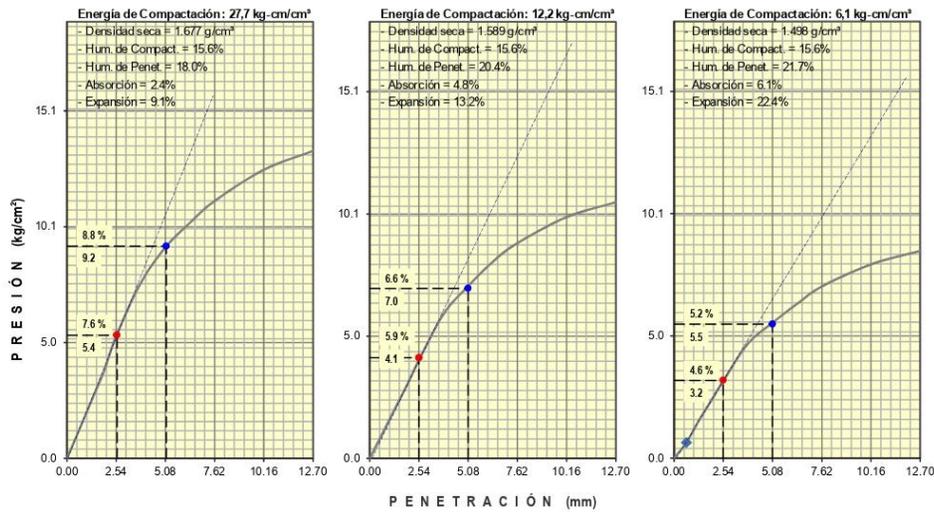
REFERENCIAS DE LA CANTERA

CALICATA : C-03

MUESTRA : C-01

: CENIZA:5%

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50



RESULTADOS DE ENSAYOS	
Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.680
- Óptimo Cont. de Humedad, %	15.5
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., %	7.6
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	5.9
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	8.8
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	6.6
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(21)

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)**

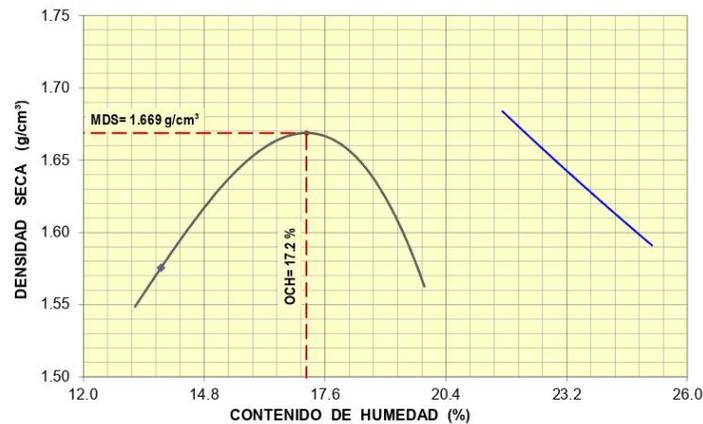
SOLICITANTE : LUIS ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50
 CENIZA : 10%

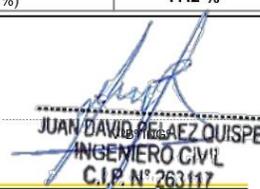
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5493.0	5599.0	5650.0	5591.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1693.0	1799.0	1850.0	1791.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.793	1.906	1.960	1.897				
06 - Tarro N°	5	11	14	16	34	35	42	51
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	677.9	700.7	659.8	725.1	734.1	683.9	715.2	694.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	620.6	638.5	598.1	654.5	652.3	609.3	628.7	614.4
09 - Peso del agua (g)	57.3	62.2	61.7	70.6	81.8	74.6	86.5	79.8
10 - Peso del tarro (g)	206.2	187.4	204.9	204.6	193.2	189.8	187.1	207.9
11 - Peso suelo seco (g)	414.4	451.1	393.2	449.9	459.1	419.5	441.6	406.5
12 - Contenido de Humedad (%)	13.83	13.79	15.69	15.69	17.82	17.78	19.59	19.63
13 - Promedio de Humedad (%)	13.8	15.7	17.8	19.6				
	1.576	1.647	1.664	1.586				



RESULTADOS DE ENSAYO

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	"A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.669 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.2 %

OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


JUAN DAVID PELÁEZ 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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03 CENIZA : 10%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

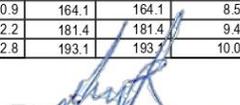
MOLDE N°	16		17		18	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		13	
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO	SIN EMBEBER	EMBEBIDO
PESO MOLDE + SUELO HÚMEDO, g	9023.0	9069.0	8893.0	9006.0	8695.0	8850.0
PESO DEL MOLDE, g	4957.0	4957.0	5017.0	5017.0	5009.0	5009.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	4066.0	4112.0	3876.0	3989.0	3686.0	3841.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2077.0	2359.5	2092.0	2532.1	2131.0	2779.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.958	1.743	1.853	1.575	1.730	1.382
DENSIDAD SECA	1.669	1.469	1.581	1.306	1.477	1.133
TARA N°	46	48	39	29	27	1
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	578.3	528.9	688.0	562.8	642.3
TARA + SUELO SECO	529.4	519.0	481.4	605.4	509.5	561.2
PESO DEL AGUA	57.4	59.3	47.5	82.6	53.3	81.1
PESO DE LA TARA	198.2	200.1	205.9	204.3	198.0	192.4
PESO DEL SUELO SECO	331.2	318.9	275.5	401.1	311.5	368.8
% DE HUMEDAD	17.33	18.60	17.24	20.60	17.11	22.00
% PROMEDIO DE HUMEDAD	17.3	18.6	17.2	20.6	17.1	22.0

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO DÍAS	DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN		DIAL pulg	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		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
15/10/2021	08:15 a. m.	4	0.610	15.49	13.60	0.950	24.13	21.04	1.400	35.56	30.45

ABSORCIÓN						
MOLDE N°	16		17		18	
Peso suelo húmedo. + plato + molde, g	11267.0		11101.0		10987.0	
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo húmedo embebido, g	4112.0		3989.0		3841.0	
Peso suelo húm. sin embeber, g	4066.0		3876.0		3686.0	
Peso del agua absorbida, g	46.0		113.0		155.0	
Peso del suelo seco, g	3466.3		3307.2		3147.7	
Absorción de agua, %	1.3		3.4		4.9	

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		25.4	25.4	1.3	24.4	24.4	1.3	15.5	15.5	0.8
1.270	0.050		58.7	58.7	3.0	48.8	48.8	2.5	34.6	34.6	1.8
1.905	0.075		89.4	89.4	4.6	74.3	74.3	3.8	55.2	55.2	2.9
2.540	0.100	70.3	127.6	127.6	6.6	99.7	99.7	5.2	77.4	77.4	4.0
3.810	0.150		187.5	187.5	9.7	145.6	145.6	7.5	111.6	111.6	5.8
5.080	0.200	105.5	225.4	225.4	11.6	173.5	173.5	9.0	133.7	133.7	6.9
6.350	0.250		252.5	252.5	13.0	194.9	194.9	10.1	151.0	151.0	7.8
7.620	0.300		271.6	271.6	14.0	211.9	211.9	10.9	164.1	164.1	8.5
10.160	0.400		296.3	296.3	15.3	236.1	236.1	12.2	181.4	181.4	9.4
12.700	0.500		306.6	306.6	15.8	247.3	247.3	12.8	193.1	193.1	10.0

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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

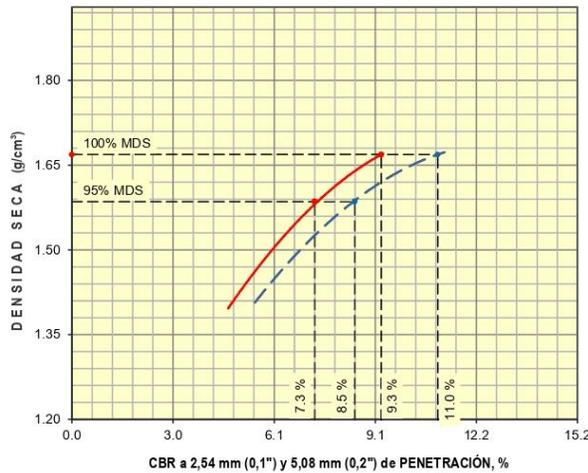
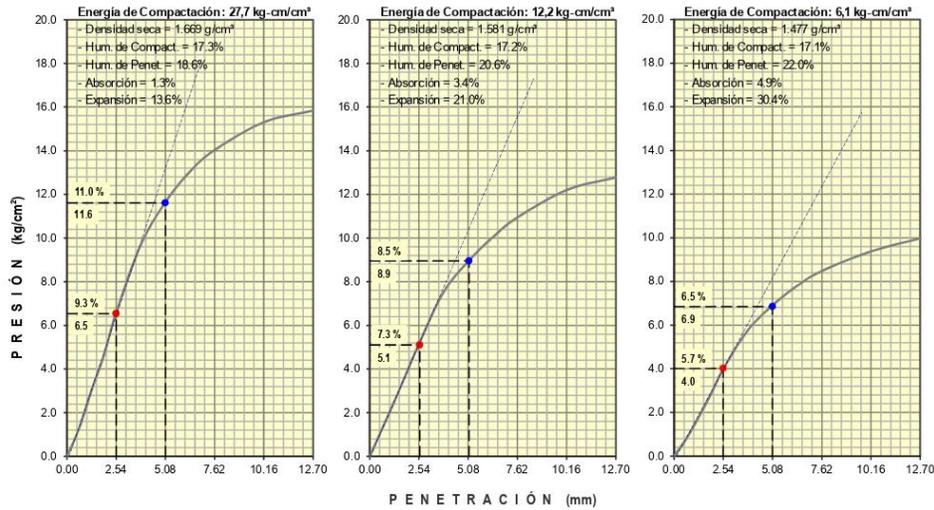
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 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	1.669
- Óptimo Cont. de Humedad, %	17.2
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., %	9.3
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	7.3
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	11.0
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	8.5
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

Juan David Pelaez Quispe
JUAN DAVID 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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

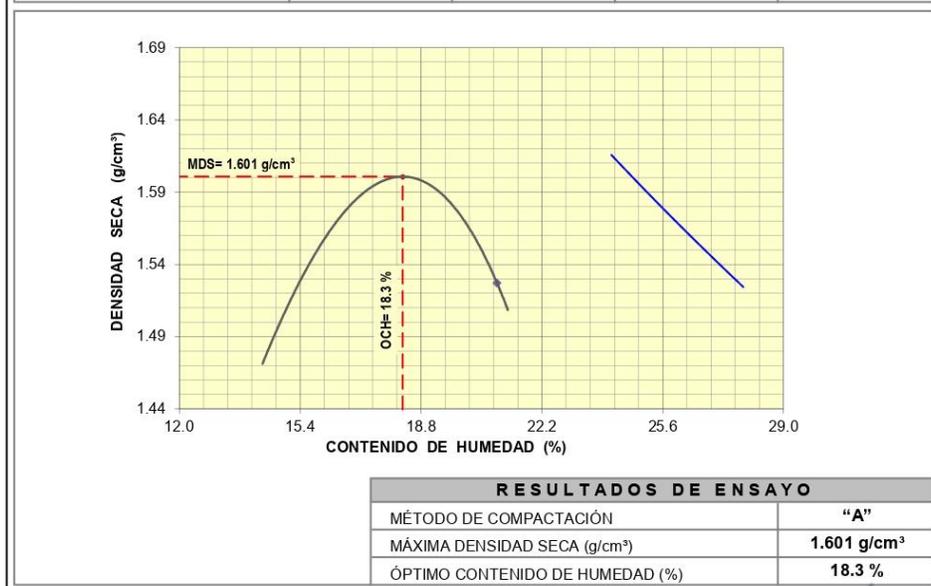
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.00 - 1.50

CENIZA : 15%

01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	5434.0	5553.0	5592.0	5543.0				
02 - Peso del Molde (g)	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0				
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1634.0	1753.0	1792.0	1743.0				
04 - Volumen del Molde (cm ³)	944.0	944.0	944.0	944.0				
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.731	1.857	1.898	1.846				
06 - Tarro N°	18	39	40	52	28	34	44	48
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	706.93	691.88	706.01	708.58	692.58	697.77	694.42	695.76
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	640.9	628.8	630.6	633.9	613.0	616.9	607.9	610.0
09 - Peso del agua (g)	66.0	63.1	75.4	74.7	79.6	80.9	86.5	85.8
10 - Peso del tarro (g)	199.4	205.9	186.7	196.8	197.3	193.2	195.3	200.1
11 - Peso suelo seco (g)	441.5	422.9	443.9	437.1	415.7	423.7	412.6	409.9
12 - Contenido de Humedad (%)	14.96	14.92	16.99	17.09	19.14	19.09	20.97	20.92
13 - Promedio de Humedad (%)	14.9	15.07	17.0	15.87	19.1	15.94	20.9	1.527



OBSERVACIONES : MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE


 JUAN DAVID PELÁEZ 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 ERICK VIDAL GONZALES REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO TÉCNICO : G.B.S
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE-LLOQUEGUA - AYACUCHO FECHA : 26-nov.-2021

REFERENCIAS
 CALICATA : C-03 CENIZA : 15%
 MUESTRA : M-01 PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

MOLDE N°	16		17		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	8879.0	8939.0	8771.0	8868.0	8566.0	8710.0
PESO DEL MOLDE, g	4957.0	4957.0	5017.0	5017.0	5009.0	5009.0
PESO DEL SUELO HÚMEDO, g	3922.0	3982.0	3754.0	3851.0	3557.0	3701.0
VOLUMEN DEL ESPECIMEN, cm³	2077.0	2359.5	2092.0	2532.1	2131.0	2779.8
DENSIDAD HUMEDA, g/cm³	1.888	1.688	1.794	1.521	1.669	1.331
DENSIDAD SECA	1.599	1.408	1.516	1.253	1.412	1.082
TARA N°	41	45	47	51	19	27
TARA + SUELO HÚMEDO	586.8	581.6	528.9	690.5	562.8	644.7
TARA + SUELO SECO	526.5	519.0	477.0	605.4	505.1	561.2
PESO DEL AGUA	60.3	62.6	51.9	85.1	57.7	83.5
PESO DE LA TARA	193.9	204.5	193.2	207.9	187.9	198.0
PESO DEL SUELO SECO	332.6	314.5	283.8	397.5	317.2	363.2
% DE HUMEDAD	18.13	19.90	18.29	21.40	18.19	23.00
% PROMEDIO DE HUMEDAD	18.1	19.9	18.3	21.4	18.2	23.0

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	13.60	0.950	24.13	21.04	1.400	35.56	30.45			

ABSORCIÓN						
MOLDE N°	16		17		18	
Peso suelo húmedo, + plato + molde, g	11137.0		10963.0		10847.0	
Peso del plato + molde, g	7155.0		7112.0		7146.0	
Peso suelo húmedo embebido, g	3982.0		3851.0		3701.0	
Peso suelo húm. sin embeber, g	3922.0		3754.0		3557.0	
Peso del agua absorbida, g	60.0		97.0		144.0	
Peso del suelo seco, g	3320.9		3173.3		3009.3	
Absorción de agua, %	1.8		3.1		4.8	

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		30.6	30.6	1.6	26.3	26.3	1.4	20.2	20.2	1.0
1.270	0.050		71.8	71.8	3.7	61.4	61.4	3.2	44.9	44.9	2.3
1.905	0.075		107.8	107.8	5.6	90.0	90.0	4.6	69.4	69.4	3.6
2.540	0.100	70.3	151.5	151.5	7.8	123.2	123.2	6.4	94.6	94.6	4.9
3.810	0.150		223.4	223.4	11.5	174.2	174.2	9.0	136.9	136.9	7.1
5.080	0.200	105.5	266.2	266.2	13.8	205.4	205.4	10.6	161.2	161.2	8.3
6.350	0.250		293.9	293.9	15.2	225.9	225.9	11.7	180.6	180.6	9.3
7.620	0.300		317.0	317.0	16.4	245.1	245.1	12.7	195.5	195.5	10.1
10.160	0.400		348.2	348.2	18.0	270.5	270.5	14.0	217.3	217.3	11.2
12.700	0.500		366.8	366.8	18.9	284.4	284.4	14.7	227.3	227.3	11.7

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 ERICK VIDAL GONZALES
 TESIS : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO
 UBICACIÓN : SAN JOSÉ SECCE- LLOQUEGUA - AYACUCHO

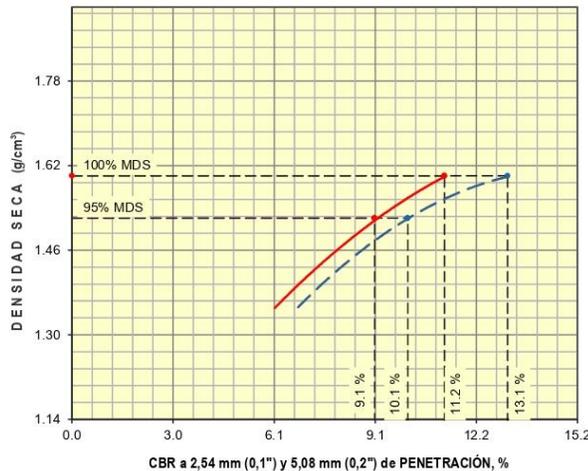
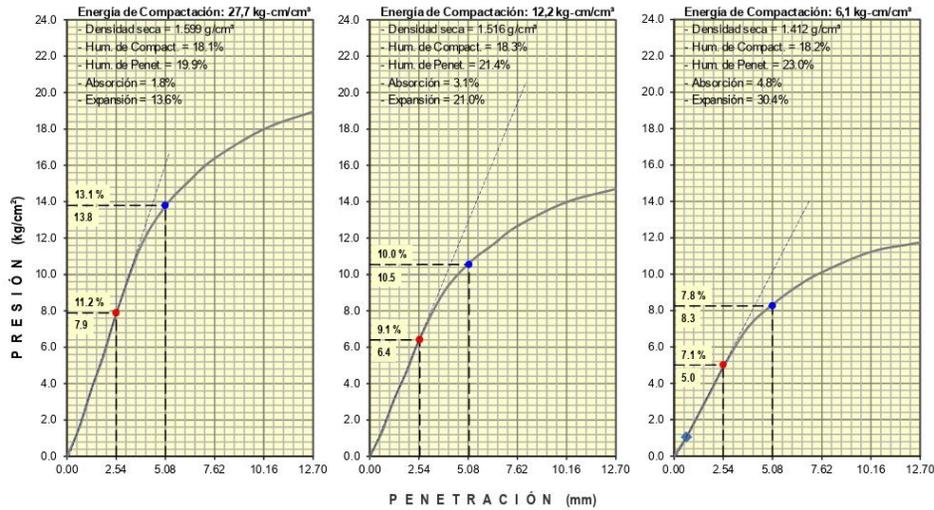
REGISTRO : 250/2021.GEOSUR
 TÉCNICO : G.B.S
 FECHA : 26-nov-2021

REFERENCIAS

CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m): 0.00 - 1.50

CENIZA : 15%

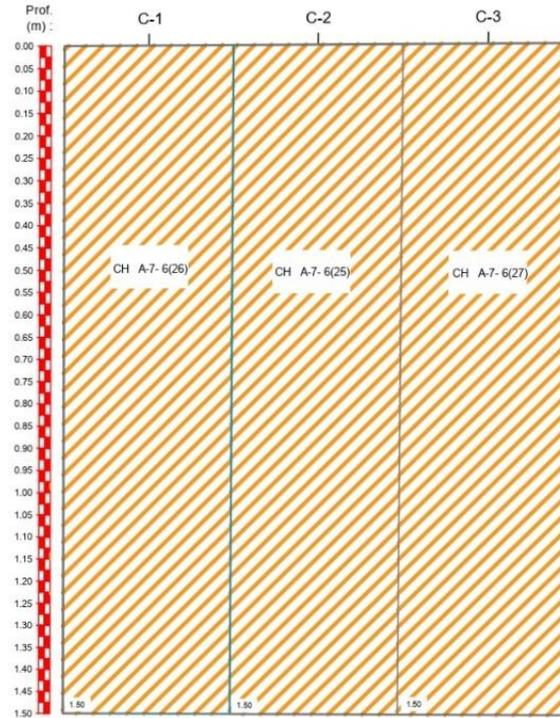


RESULTADOS DE ENSAYOS	
Proctor Modificado (ASTM D-1557)	
- Método de Compactación	"A"
- Máxima Densidad Seca, kg/cm³	1.601
- Óptimo Cont. de Humedad, %	18.3
CBR (ASTM D-1883)	
- C.B.R. a 2,54 mm (0,1") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	11.2
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	9.1
- C.B.R. a 5,08 mm (0,2") de Penetración	
C.B.R. al 100 % de la M.D.S., %	13.1
C.B.R. al 95 % de la M.D.S., %	10.1
Caracterización del Suelo	
- Clasificación SUCS	CH
- Clasificación AASHTO	A-7-6(24)

OBSERVACIONES:
 MATERIAL PROPORCIONADO POR EL SOLICITANTE

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

ANEXO 7: Perfil Estratigráfico



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

PROCEDECIA	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(%)	15.90	14.30	16.10
% PIEDRA (RET. N°4)	0.00	0.00	0.00
% ARENA (PASA N°1 Y RET. N°200)	16.40	14.80	15.50
% FINOS (PASA N°200)	83.60	85.20	84.50
LÍMITE LÍQUIDO (%)	53.70	52.60	55.30
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25.10	25.10	25.90
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	28.60	27.50	29.40
CLASIFICACIÓN SUCS	CH	CH	CH
CLASIFICACIÓN AASHTO	A - 7-6(26)	A - 7-6(25)	A - 7-6(27)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE DE UN SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO"	PLANO : PERFIL ESTRATIGRÁFICO
UBICACIÓN : - DPTO. : AYACUCHO - DISTRITO : LLOCHEGUA - PROVINCIA : HUANTA - TRAMO : CARRTERA SAN JOSÉ DE SECCE	SOLICITADO : LUIS ERICK, VIDAL GONZALES FECHA : NOVIEMBRE - 2021 DIBUJADO : D. P. Q.

ANEXO 8: Constancia de entrega de resultados



**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. **VIDAL GONZALES LUIS ERICK**, identificado con DNI N° **70771586**, código universitario N°**6500068416**, 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 ADICIONANDO CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO**”, bajo la asesoría técnica de nuestros profesionales. Se realizo los ensayos de **ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE CONSISTENCIA , PROCTOR MODIFICADO Y CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**. Adicionándole en 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de huevo. Se hace entrega de los resultados de cada ensayo ejecutado en el laboratorio el día 02/12/2021 y adicionalmente se otorgan los certificados de control y calibración de equipos.

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

02, de diciembre de 2021.

GEOSUR GEOTECNIA E INGENIERIA

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

Anexo 9: Panel fotográfico

Juntado y secado de la cáscara de huevo – 30KG



FOTO N°1



FOTO N°2



FOTO N°3



FOTO N°4

Comienzo de la tritución de la cáscara de huevo



FOTO N°5



FOTO N°6

Cáscara de huevo triturada

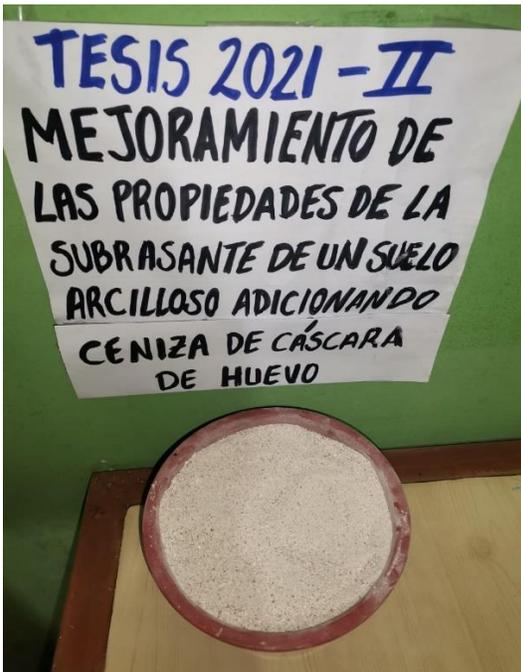


FOTO N°7

Material ya calcinado para usarlo como material estabilizador

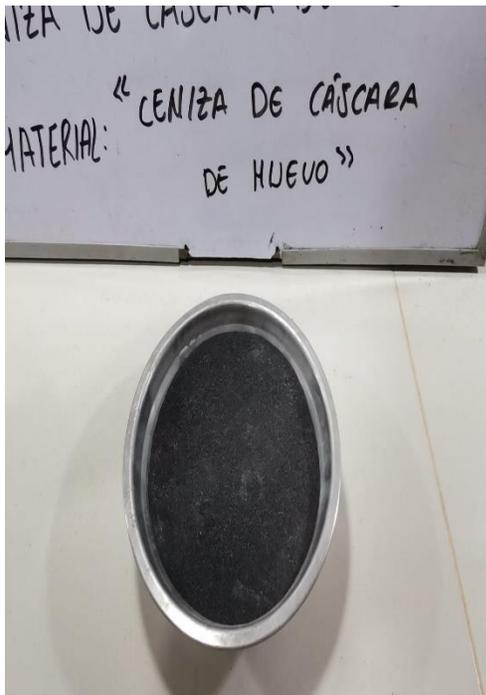


FOTO N°8



FOTO N°9

Suelo a mejorar, en sus propiedades físicas-mecánicas



FOTO N°10



FOTO N°11



FOTO N°12

Muestra secada en el horno eléctrico



FOTO N°13



FOTO N°14

Tamizado de la muestra natural



FOTO N°15

Determinación del límite líquido

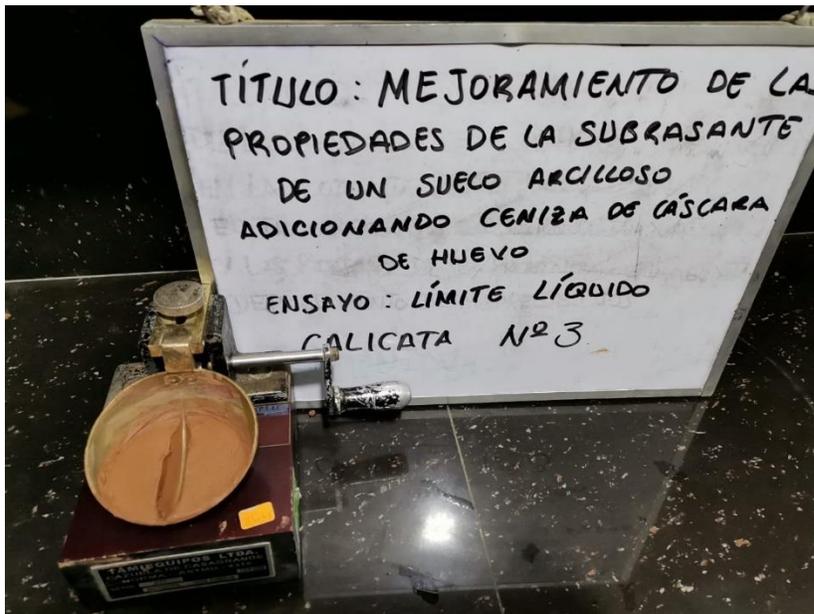


FOTO N°16

Determinación del límite plástico



FOTO N°17

Materiales para la realización del Proctor modificado y CBR



FOTO N°18



FOTO N°19

Herramientas para el ensayo de Proctor modificado



FOTO N°20

Herramientas para el ensayo del CBR

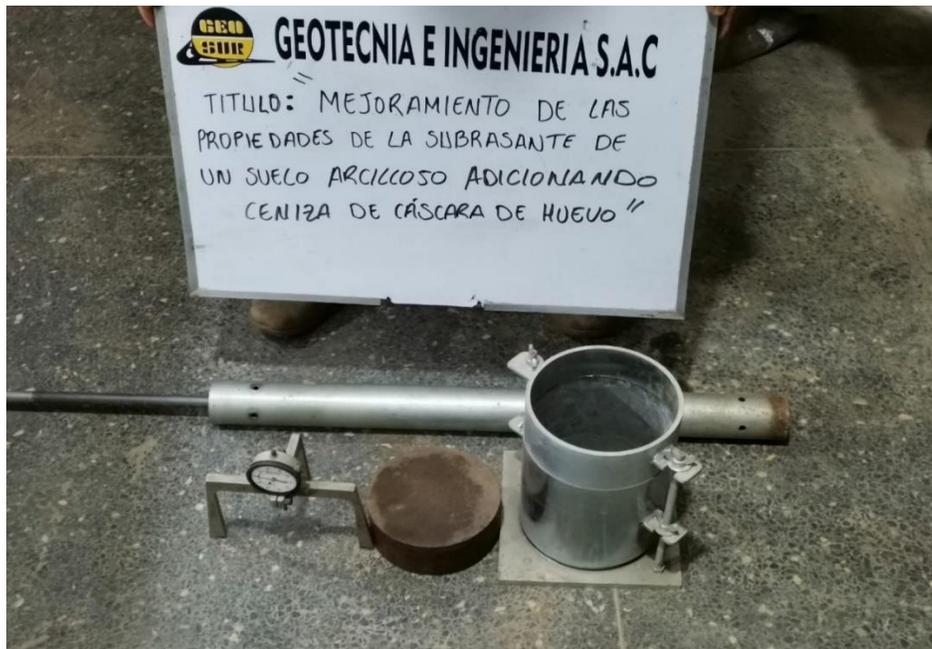


FOTO N°21

Ensayo California Bearing Ratio (C.B.R)



FOTO N°22