



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Efectos de incorporar mezcla de Cal y concha de abanico,
para estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera-
Panecillo, Chulucanas-2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Benites Bran, Raul Jorge Martin (orcid.org/0000-0002-4863-012X)

Morales Rueda, Richard Rolando (orcid.org/0000-0003-3099-3552)

ASESOR:

Ing. Alzamora Roman, Hermer Ernesto (orcid.org/0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

PIURA – PERÚ

2023

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Índice de contenidos	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación	14
3.2 Operacionalización de variables	15
3.2 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5 Procedimientos	18
3.6 Método de análisis de datos	19
3.7 Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	47
Referencias.....	48
Anexos	52

Dedicatoria

Este trabajo es dedicado en primer lugar a Dios, por otorgarnos la salud y concedernos llegar hasta este período tan significativo de nuestra formación académica. También queremos dedicarlo a nuestras familias por ser nuestra fuerza y apoyo incondicional y por demostrarnos siempre su amor sin importar los malos momentos vividos

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por cuidarnos y ayudarnos en cada momento de nuestra vida y a lo largo de nuestro camino académico. A nuestros Padres, que con su demostración ejemplar nos han enseñado a no rendirnos ante nada y siempre perseverar ante las dificultades.

Índice de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	15
Tabla 2: Toma de muestras.....	16
Tabla 3: Ubicación de Calicatas.....	21
Tabla 4: Análisis mecánico por tamizado.....	25
Tabla 5: Análisis Granulométrico – calicata N°02 suelo patrón.....	25
Tabla 6; Análisis Granulométrico – calicata N°03 suelo patrón.....	26
Tabla 7: Análisis Granulométrico – calicata N°01 suelo patrón.....	28
Tabla 8: Análisis Granulométrico – calicata N°02 suelo patrón.....	28
Tabla 9: Análisis Granulométrico – calicata N°03 suelo patrón.....	28
Tabla 10: Resumen calicatas N°01,02 y 03 - suelo patrón.....	32
Tabla 11: Categorización del suelo patrón según Manual de Carrereas MTC.....	32
Tabla 12: Guía complementaria referencial para la selección del tipo de estabilizador.....	33
Tabla 13: Determinación de porcentajes de mezcla de cal y concha de abanico	34
Tabla 14: Resultados de ensayos de Calicata N°01- Muestra N°01 – N°02 – N°03.....	34
Tabla 15: Calicata N°02/Muestra N°01 – N°02 – N°03.....	36
Tabla 16: Calicata N°03/Muestra N°01 – N°02 – N°03.....	37
Tabla 17: Clasificación del suelo con incorporación de mezcla de Cal y Concha	39
Tabla 18: Pruebas de Chi-Cuadrado.....	40
Tabla 19: Pruebas de Chi-Cuadrado.....	41
Tabla 20: Pruebas de Chi-Cuadrado.....	42
Tabla 21: Pruebas de Chi-Cuadrado.....	43

Índice de Figuras

Figura 1: Cales vivas.....	9
Figura 2: Cales Hidratadas.....	9
Figura 3: Tipología de Cales	10
Figura 4: Ciclo del Cal	11
Figura 5: Conchas	12
Figura 7: Mapa político del Perú.....	20
Figura 6: Mapa político de la provincia de Morropón.....	20
Figura 8: Ubicación geográfica de la carretera Yapatera - Panecillo.....	20
Figura 9: Muestras de suelo	21
Figura 10: Ubicación de botadero de concha - Sechura.....	22
Figura 11: Procedimiento de la toma de muestras de conchas del botadero - Sechura.....	22
Figura 12: Procedimiento de trituración con molino.....	23
Figura 13: Obtención del material conchífero molido	25

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Análisis Granulométrico – calicata N°01 suelo patrón.....	26
Gráfica 2: Análisis Granulométrico – calicata N°02 suelo patrón.....	27
Gráfica 3: Análisis Granulométrico – calicata N°03 suelo patrón.....	27
Gráfico 4: Ensayo de compactación PROCTOR – calicata N°01 suelo patrón.....	29
Gráfico 5: Ensayo CBR – calicata N°01 suelo patrón.....	29
Gráfico 6: Ensayo de compactación PROCTOR – calicata N°02 suelo patrón.....	30
Gráfico 7: Ensayo CBR – calicata N°02 suelo patrón.....	30
Gráfico 8: Ensayo de compactación PROCTOR – calicata N°03 suelo patrón.....	31
Gráfico 9: Ensayo CBR – calicata N°03 suelo patrón.....	31
Gráfico 10: Calicata N°01/Muestra N°01 – N°02 – N°03.....	35
Gráfico 11: Calicata N°02/Muestra N°01 – N°02 – N°03.....	36
Gráfico 12: Calicata N°03/Muestra N°01 – N°02 – N°03.....	38
Gráfico 13: Comparativo CBR: suelo patrón VS suelo con incorporación de mezcla de cal y concha de abanico	38

Resumen

La investigación titulada “Efectos de incorporar mezcla de Cal y concha de abanico, para estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas-2022”, cuyo objetivo general fue determinar la capacidad de soporte del suelo patrón existente en el Km+120-carretera Yapatera-Panecillo, 2022. Respecto a la metodología fue de enfoque cuantitativo, experimental, técnica de observación. Asimismo, se trabajó con 3 calicatas que fueron procesadas en el laboratorio, obteniendo como resultados que con la incorporación de mezcla de cal y concha en los porcentajes estudiados en las 03 muestras, se incrementó de manera significativa la capacidad de soporte del suelo, logrando clasificarse el suelo dentro del rango de BUENA según el Manual de Carreteras del MTC.

Palabras clave: Estabilización de suelo, Cal, Concha de Abanico.

Abstract

The investigation entitled "Effects of incorporating a mixture of Lime and scallop, for soil stabilization, km +120-Carretera Yapatera-Panecillo, Chulucanas-2022", whose general objective was to determine the support capacity of the existing standard soil in the Km +120-Yapatera-Panecillo highway, 2022. Regarding the methodology, it was a quantitative, experimental approach, observation technique. Likewise, we worked with 3 test pits that were processed in the laboratory, obtaining as results that with the incorporation of the mixture of lime + shell in the percentages studied in the 03 samples, the support capacity of the soil was significantly increased, achieving classification the soil within the GOOD range according to the MTC Highway Manual.

Keywords: Soil stabilization, Lime, Fan Shell.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe alta demanda de materiales utilizados como agregados en la industria de la construcción, siendo ello una de las razones fundamentales de la disminución drástica de estos recursos naturales, generándose así un problema medio ambiental. El suelo es un elemento muy importante en la construcción, por ende, su uso es primordial en la mayor parte de obras, pero no siempre tiene las características y/o propiedades adecuadas. La estabilización es un método utilizado para mejorar las propiedades del suelo. Dependiendo de la función a mejorar, se elige la tecnología más eficaz. La estabilización adecuada significa que el suelo a utilizar tiene la capacidad de soporte necesaria para soportar los esfuerzos a los cuales será diseñada.

La cal es uno de los aglutinantes más importante y utilizados desde la antigüedad, el hombre lo obtiene a través de rocas carbonatadas, principalmente calizas y dolomitas, el uso de la cal como aglomerante para pintura exterior e interior con en la historia de diferentes culturas y civilizaciones. Villareal y Farfán (2021), determinaron que el efecto de la cal de conchas de abanico (CCA) en la resistencia a compresión del concreto elaborado con cemento Portland tipo ICO y agregados naturales de una cantera; donde se adicionó CCA en porcentajes de 3%, 4% y 5%, concluyendo que la CCA tiene efecto positivo en el incremento de la resistencia del concreto, mostrándose que el porcentaje con mayor incidencia es el de 5%.

En el ámbito internacional los autores Mo *et al.*, (2018), enfatizaron que la importancia de incorporar productos para la construcción surge como una alternativa para dicha industria, asimismo, las conchas marinas que incluyen mejillones y conchas de vieiras se pueden hallar en las diferentes ciudades del mundo por lo tanto crean un valor convencional para la incorporación igual que la piedra caliza esto se debe porque contienen óxido de calcio. Los autores Varhen, Carrillo y Ruiz (2017), argumentaron que en la evaluación de la concha triturada de vieira peruana se puede utilizar como reemplazo del agregado fino, por lo general dependerá del tamaño y forma al momento de mezclar. Por otro lado, los autores Ferreira *et al.*, (2017), enfatizaron sobre la Cal, que el volumen de los suelos expansivos debido al cambio de humedad provoca daños socioeconómicos y

ambientales a las obras de ingeniería geotécnica. La adición de cal al suelo expansivo mejora las propiedades geotécnicas de la mezcla. La cal tiene interacciones fisicoquímicas con el suelo expansivo, capaces de estabilizar la variación de volumen, comparando el comportamiento del suelo natural y del suelo mezclado con cal en las proporciones, en peso, de 3%, 5% y 7%. Se realizaron ensayos de caracterización física, química y mineralógica, expansión libre y tensión de expansión. El suelo natural mostró alta expansividad. La tensión de expansión estuvo influenciada por la trayectoria de tensión seguida durante la prueba. La adición de cal al suelo provocó una agregación o floculación de las partículas y una reducción del índice de plasticidad.

La investigación se llevó a cabo en la Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, en dicho lugar, una de las principales actividades económicas es la agricultura, ahora bien, Panecillo es una localidad que cuenta con grandes campos de cultivo de la provincia, de esta manera, el transporte terrestre es la única forma de acceso a estos cultivos.

Entre las posibles causas se pueden encontrar que, en la actualidad, en nuestra provincia de Morropón, existe un crecimiento poblacional, con ello la necesidad de construir carreteras como vías de comunicación y conexión entre ciudades para incrementar el comercio, turismo, entre otras actividades económicas, que mejoran la calidad de vida de las personas. Por otro lado, debido al transporte de vehículos pesados y de carga que continuamente transitan por esta carretera se generan constantemente hundimientos y el deterioro rápido de la poca intervención que realizan las autoridades. Entre las causas de este problema, es la cercanía de la carretera Yapatera – Panecillo con tierras agrícolas las cuales por su evidente uso se encuentran constantemente saturadas y su consecuente filtración de agua, aunado a ello, el suelo arcilloso de la carretera Yapatera – Panecillo no permite una buena conformación del suelo.

Ahora bien, al no realizar la investigación conlleva a no tener un desarrollo de las familias del sector, conocedores de esto, la Municipalidad Provincial de Morropón Chulucanas dentro de su plan de inversión anual interviene de manera periódica su red vial entre ellas la carretera Yapatera – Panecillo, con proyectos de

mejoramiento y nivelación. Por lo tanto, se tiene la facultad de poder realizar un trabajo para la mejora de la comunidad.

Nuestra propuesta de solución comprenderá la utilización de una mezcla de cal y triturado de concha de abanico, como materiales estabilizadores del suelo. Por un lado, la cal es un material aglomerante de alta alcalinidad muy utilizado en la construcción por su versatilidad y por otro lado la concha de abanico es un producto marino compuesto por carbonato de calcio, siendo la mezcla, la premisa fundamental de nuestra investigación y procura de nuestra propuesta de solución.

En la investigación el problema general se plantea de la siguiente manera: ¿De qué manera la incorporación de una mezcla de cal y concha de abanico, influye en la estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas 2022?, específicos a) ¿Cuál es la capacidad de soporte del suelo existente en el km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022. ? , b) ¿Qué porcentaje de mezcla de Cal y concha de abanico mejorará la capacidad de soporte del suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022?, c) ¿De qué manera la incorporación de una mezcla de Cal y triturado de concha, influye en la Capacidad de Soporte de suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022?

Este trabajo de investigación se justifica por la importancia de utilizar la cal y el triturado de concha para la estabilización de suelo, esto se debe que en diversos lugares se viene realizando prácticas en la estabilización de suelos, asimismo con la finalidad de brindar y facilitar una solución que permita disminuir pérdidas económicas y sociales en la carretera que estamos enfocando nuestra investigación.

Por consiguiente, la investigación planteo como objetivo general: Determinar la influencia de incorporar una mezcla de Cal y triturado de concha, en la estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022, y como específicos: a) Determinar la capacidad de soporte del suelo existente en el km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022. b) Determinar el porcentaje de mezcla de Cal y concha de abanico que mejorará la capacidad de soporte del suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022. c)

Determinar de qué manera la incorporación de una mezcla de Cal y concha de abanico, influye la capacidad de soporte de suelo en km +120-Carretera Yapatera-Panecillo, Chulucanas, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional

Rao y Vineela (2018), el objetivo principal del estudio que desarrollaron fue determinar las propiedades del suelo expansivo y cómo cambiaban esas propiedades cuando se combinaban con polvo de concha y cloruro férrico. En este estudio se determinaron las propiedades y el CBR, se trituraron en trozos pequeños con ayuda 10 de la máquina de Los Ángeles, y luego se pulverizó más usando un mezclador y se tamizó a través de un tamiz de 150 micras para obtener polvo de concha. La cantidad agregada es de 0% a 15% de materia seca de arcilla, agregué 10% de polvo de concha y agregué 1,5% de FeCl₃, el límite líquido se incrementa en 41,59%. La adición de 10% de polvo de concha aumentó el índice de plasticidad en un 67,39%, la adición de 1,5% de FeCl₃ lo aumentó en un 26,35%. La adición de 10% de polvo de cáscara incrementó el contenido máximo de humedad en 13,06%, mientras que la adición de 1,5% de FeCl₃ lo incrementó en 3,904%. La adición de un 10 % de polvo de concha aumentó la densidad seca máxima en un 15,86 %, mientras que la adición de un 1,5 % de FeCl₃ la aumentó en otro 5,95 %. El uso de un 10 % de polvo de concha aumenta el valor de CBR en un 50 %. Se observó la adición de un 10% de polvo de concha. De acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio, se muestra que las propiedades del suelo tienden a mejorar con la adición de polvo de concha.

Miller (2020), en su investigación mencionó que la incorporación de cal asegura un rápido fortalecimiento de la marga ácida, que se desplaza a capas más profundas en 5 a 10 años, siempre que el pH de la marga se mantenga por encima de 5,5. Sin embargo, el tiempo requerido para abordar los problemas de acidez del suelo y pérdida de rendimiento mientras se espera que la cal superficial llegue a la superficie hace que sea una opción económicamente poco atractiva cuando la acidez del suelo es alta. Agregar cal a través de una labranza estratégica puede superar las limitaciones de acidez del suelo y mejorar los rendimientos, especialmente para cultivos sensibles a los ácidos o de alto valor.

En el ámbito nacional

Quezada (2017), en su investigación planteó como objetivo evaluar el comportamiento de la arcilla estabilizada con cáscara utilizada para pavimentación. Este estudio comparó el uso de concha pico de pato y concha de abanico trituradas como estabilizadores mecánicos para la arcilla variando el tamaño de las partículas. Las conchas utilizadas se extraen de la provincia de Sechura y se trituran en un molino industrial para producir partículas que varían en tamaño 4.75 mm y 0.075 mm. Además del modelo de arcilla, se hicieron cuatro proporciones diferentes de mezclas de conchas para 2 especies (20%, 40%, 60% y 80%). Las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla fueron evaluadas mediante ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad de Piura. Los resultados mostraron que las conchas de pato proporcionaron menos apoyo que las conchas de abanico para estabilizar la arcilla. Los restos triturados de ambas especies lograron estabilizar la calzada de arcilla, pero no alcanzaron la resistencia para que la calzada pudiera utilizarse como sustrato o material base. La adición de dos conchas trituradas redujo la absorción de agua por acción capilar, mientras que la acción capilar de la mezcla de conchas de vieira fue la más baja.

Espinoza y Honores (2018), el objetivo principal de su investigación fue estabilizar la arcilla con conchas de abanico y cenizas de carbón para pavimentar. Ha sido ensayado sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural añadiendo concha de abanico en 3 porcentajes como son 20%, 25% y 30% que pasaron al proceso de calcinación; concluyendo mediante pruebas que mostraron que el contenido de agua óptimo en término de CL suelo y combinaciones aumentó de 0,4% a 3,2% en todas las combinaciones; la densidad seca máxima de las combinaciones disminuyó con respecto a los suelos naturales. De 0,042 g/cm³ a 0,09 g/cm³, el valor de CBR aumentó de 11,7 % a 17 %.

Ramírez (2020), en su investigación, tuvo como objetivo determinar cómo la adición de conchas de abanico a los subsuelos afecta la estabilidad del suelo blando. Usando V.C.A de la región de Ancona, las pruebas de tamaño de partículas arrojaron un suelo tipo SUCS SM (sedimento de arena). Proctor modificado nos brindó M.D.S 2.187 g/cm² y O.C.H 6.5 %, por lo que en la prueba de CBR nos brindó la opción de soporte para agregar 60 % V.C.A que obtuvo el valor más alto 67.6 % > 10 % piensa que es adecuado para el lecho de la carretera. Se obtuvo una resistencia de 122.66 kPa con dosificación de 20% V.C.A, una cohesión de 0.18 kg/cm² y un ángulo de fricción de 27.9°. Para la resistencia a la compresión simple obtuvimos 4,24 kg/cm² con un 60 % de V.C.A, lo que representa un aumento del 294,4 % en comparación con el suelo natural. 4,24 kg/cm² > 4 kg/cm², se considera una consistencia de suelo duro. En cuanto a la resistencia al corte directo, obtuvimos suelo natural, que aumenta su capacidad portante y cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 977 como material estabilizador

Anticona (2020), en su investigación propone fijarse como objetivo evaluar las propiedades físico-mecánicas de arenas naturales y arenas a las que se han añadido diferentes porcentajes de conchas de abanico trituradas a nivel del subsuelo; de manera similar, trata de comprender el comportamiento de la mezcla variando la cantidad de conchas de abanico trituradas que se agregan al comportamiento. Se empleó el método observacional, con la concha de abanico triturada entre 2 a 19.1 mm al 10%, 25%, 50% y 70% para crear 4 tipos de mezclas que se utilizaron de acuerdo con el tamaño de partícula estándar ASTM D-1241. Los resultados muestran que el uso de conchas de abanico trituradas en suelos arenosos a nivel del subsuelo aumenta la resistividad del suelo, reduce la permeabilidad y reduce la compresibilidad del suelo.

En el ámbito local

Pérez y Rubio (2022), en su investigación, tuvo como objetivo estimar las propiedades de la adición de cal para mejorar el suelo plástico para su uso en carreteras de alto tráfico, en subsuelos con buena capacidad portante, mediante la adición de agentes de osificación para encontrar mejoras en las propiedades químicas del suelo y sus características mecánicas y dosificaciones óptimas. A partir de las propiedades físicas se determinaron los porcentajes óptimos adicionando 8% de cal estructural, su 5.4% CBR aumentó en 8.3%, su 11.2% IP se redujo a 3.6%; logró mejorar el material. Esto es consistente con mi investigación y pude determinar que mi mejor cal es 9% CBR, agregando 5.5% de cal al suelo ML, la cal definitivamente parece mejorar las propiedades físicas.

López y Ortiz (2018), plantearon como objetivo determinar las ventajas técnicas de la estabilización de las subrasantes arcillosas con cal, para ser utilizado como base o subbase para los pavimentos de las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay, las muestras que se analizaron mostraron como resultado la primera muestra que al añadirle un 8% de cal se obtuvo un valor de CBR del 145.00%, para la segunda muestra agregándole 8% de cal se obtuvo un valor de CBR de 69% muy por encima de lo exigido en los manuales del MTC. Por ende, el porcentaje de 8% de cal es satisfactorio para lograr la estabilización del suelo analizado.

López y Zapata (2020), en su trabajo, el objetivo principal es analizar los trabajos de estabilización de suelos con cal aérea realizados hasta la fecha. Para recolectar los resultados se utilizó como herramienta tres formatos de hojas de Excel, una de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural, una de las propiedades físicas y mecánicas de la cal-suelo para encontrar la imagen efecto suelo versus adición de cal, y tercero es la proporción óptima de cal para determinar la proporción que produce los mejores resultados para el suelo. Obtuvieron cuatro suelos que no eran aptos para sustrato, y se introdujeron diferentes proporciones de cal para mejorar sus propiedades técnicas. Finalmente, al observar la prueba de relación de cojinete de California (CBR) de todos los estudios, se encontró que la relación de calcio que más se usó y dio los mejores resultados fue 6% de calcio.

Definición de teorías

Cal

La cal es uno de los productos químicos más versátiles que se pueden utilizar en diversos campos como la minería, la agricultura, la construcción, el medio ambiente y la industria química. Usedo (2016), definió que la utilización de Cal, que para, entre otras cosas, mejorar la plasticidad del suelo finalmente, su resistencia a la compresión también aumenta con el tiempo. La cantidad de cal se determinará en función de sus necesidades y para propiedades estables del suelo. Por lo general, como un porcentaje en masa de cal utilizado para la estabilización está entre el 2% y el 8%.

Singh Randhawa et al., (2022), la cal es el material de refuerzo del suelo más utilizado, ayudará a que el suelo blando se use de diferentes maneras para obras de construcción, como cimentaciones, carreteras. Luego de mejorar las características deficientes del suelo, incrementa las propiedades mecánicas del suelo. De la misma manera Poncelet y François (2022), mencionaron la cal es un material de construcción utilizado para preparar morteros o mezclas de albañilería para unir materiales utilizados en la construcción de muros, cimientos y losas. Tiene muchas ventajas, por lo que se considera un elemento indispensable en las obras de construcción. En la construcción existen diferentes tipos de mezclas para diferentes tareas de albañilería. Están hechos de materiales de construcción que actúan como aglutinantes cuando se combinan con agua, arena, grava, etc. Sin embargo, debido a las propiedades especiales del material utilizado, como la cal, algunos tipos de mezclas presentan varias ventajas. La adición de cal a la mezcla proporcionará varios beneficios, como una mejor trabajabilidad y adherencia, que son esenciales para una buena construcción.

Tipos de Cal

Cales Aéreas:

Se fabrica quemando piedra caliza o dolomita, que está compuesta de óxido o hidróxido de calcio y/o magnesio. Carecen de propiedades hidráulicas debido a su incapacidad para fraguar y endurecer cuando se mezclan con agua y/o bajo el agua.

- **Cales vivas (Q)**

Se compone de óxidos de calcio y magnesio. Obtenido después de quemar piedra caliza o dolomita.

Figura 1: Cales vivas



Fuente: tipología de Cales

- **Cales hidratadas (S):**

Se produce separando la cal viva, que está compuesta por hidróxido de calcio y magnesio.

Figura 2: Cales Hidratadas



Fuente: tipología de las cales vivas e hidratadas:

- Cales cálcicas (CL): Calcinación de rocas calizas
Puras, riqueza en calcio > 95%, (componente fundamental CaO y MgO < 5 %)
- Cales dolomíticas (DL): Calcinación de piedras dolomíticas que contienen magnesio
(MgO > 5 %)

Figura 3: Tipología de Cales



Fuente: tipología de Cales

Para la elaboración de morteros, la cal más utilizada es la cal aérea hidratada (UNE-EN 459-1): CL 90-S, CL 80-S, CL 70-S (CaO MgO - 90%, 80% y 70% respectivamente). Utilice siempre cal apagada totalmente hidratada para evitar grietas y otros daños en la superficie debido a la expansión del volumen después de la aplicación de la lechada (se deben cumplir los requisitos de estabilidad del volumen).

Ciclo de la cal

Figura 4: Ciclo del Cal

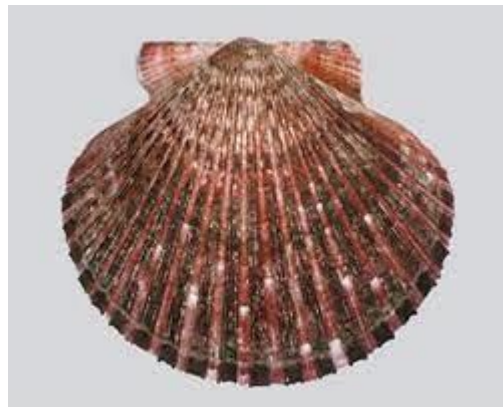


Nigitha y Prabhanjan, (2022), definieron que la cal es un producto estabilizador utilizado para los suelos expansivos varios estudios de casos han examinado el uso de la estabilización con cal para mejorar el rendimiento de los suelos. Asimismo, Noriega, Vives y Muñoz (2022), enfatizaron que una de las características de utilizar insumos para la estabilización de suelo es que puedan permitir cuidar en medio ambiente, de esta manera es menor las emisiones y la aplicación de cal es más ventajosa que la aplicación de cemento, manteniendo útil para la estabilización. Peralta y Velásquez (2020). El CBR estándar es del 5,72 % y, mediante una comparación adecuada con diferentes cantidades de concha añadidas, encontramos que el CBR al 5 % eleva su puntuación al 9,49 %, que es similar al 7 %. este aumenta al 12,67% y finalmente al sumar el 9% aumenta al igual que las adiciones anteriores, en este caso el 11,47%.

Conchas

Nizama (2015), sostuvo que es un bivalvo que están hechos de escudos de carbonato de calcio. Es probable que se utilice como árido ya que es un material de hormigón inocuo y además es inorgánico y tiene propiedades similares a los áridos de uso común, esto se explicará en detalle en el siguiente capítulo. Luego se analizan las propiedades normalmente evaluadas en los agregados del concreto de acuerdo a las normas técnicas peruanas.

Figura 5: Conchas



Fuente: (Foto: WoRMS/CC BY-NC-SA 4.0)

- **Textura**

Cada caparazón representa dos texturas: un lado bastante rugoso y un lado completamente liso.

- **Humedad y capacidad de absorción**

En el caso de que la cáscara triturada absorba más agua que el árido normal, se reducirá la maquinabilidad y se le sumará la forma de las partículas. Por otro lado, la humedad y absorción son dos parámetros.

- **Resistencia a la abrasión**

Hace referente al desgaste que pueden tener los caparazones dependiendo de para qué se use. Ya se ve que es material menos duradero que los rellenos convencionales, pero esta prueba es necesaria y analizar los resultados. Aunque el desgaste no es realmente un factor muy importante para edificios, superficies de hormigón, canales, etc.

Trituración de concha

Yang *et. al*, (2019), es un bivalvo que se encuentra en aguas entre 5,0 m y 30,0 m de profundidad con temperaturas entre 13 y 28 °C. Así también es un material que se incluye en la materia prima para la producción, es más rentable porque se utiliza en grandes cantidades y además ayuda a disminuir la contaminación del clima, también es beneficioso construir bloques con este material, este material también se puede utilizar para la producción de cal, estabilización de suelos, etc. Todas estas posibilidades de uso de este material son posibles debido a que tienen muchas propiedades para la construcción.

La importancia para los autores Ruslan *et. al*, (2022), las conchas se pueden usar como parte del material del concreto para agregados finos o cemento. Según el Ministerio de Pesca de Malasia. Se contabilizaron unas 57.544 toneladas de caracoles de la costa oeste de Malasia Peninsular. Estas conchas casi no tienen valores y son arrojados en campos o lugares y producen olores desagradables. Estas acciones pueden tener un impacto nocivo en la calidad de vida de la población y contaminación cerca. La disponibilidad de este residuo atrae investigadores de otros lugares para estudiar el uso de estos residuos como una parte integral de la mezcla.

Estabilización de suelo

Alarcón, Jiménez y Benítez (2020), mencionaron que la estabilización surge como opción dentro de las construcciones de carreteras para el remplazo del uso de materiales tradicionales en capas granulares y/o subbases para mejorar la estructura del pavimento asimismo pueden ser mecánicos o químicos. La estabilización del suelo es un proceso destinado a aumentar su resiliencia, bloquea las partículas de forma más eficaz y segura. La humedad del suelo en un área determinada cambia, logra una buena estabilidad de la carga, un cambio de volumen mínimo y aumentar la resistencia de la capa.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La indagación se basó en el tipo aplicada porque centra en resolver un problema en un contexto específico, es decir, buscar la aplicación o uso del conocimiento. Torres (2019), enfatizó que el propósito de la investigación aplicada es proporcionar soluciones, un enfoque práctico para resolver problemas específicos sin pretender desarrollar teorías o principios.

Diseño de la investigación

Los autores Guevara *et al.*, (2020), argumentaron que la investigación experimental es un mecanismo que consiste en imponer una acción o manipular las variables de estudio por lo tanto permite determinar la conducta de ello.

Enfoque de la investigación

Utiliza las herramientas del análisis, para el autor Ortega (2018), determinó que este enfoque cuantitativo incluye la recopilación de información que posteriormente será procesada en forma estadística para la obtención de resultados de una investigación y por lo tanto responde a las preguntas de la investigación.

3.2 Operacionalización de variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente: Mezcla de cal y triturado de concha	Silva <i>et al.</i> , (2019), sostuvo que la cal es procedente de la calcinación de piedras calizas, por otro lado, pueden ser altamente cálcicas y altamente hidráulicas su transformación consiste en hacer flexible un material y es empleado en la construcción.	Proceso de dosificación de mezcla, con proporciones variables de cal y triturado de concha, para ser utilizado como agente estabilizante de suelo.	Dosificación	peso de la muestra (Tn – Kg)	Cuantitativa- Razón
Dependiente: Estabilización de suelo	CBR está diseñado para evaluar la capacidad de carga del terreno sobre el que viaja el vehículo, es decir, debe soportar la estructura del pavimento y las cargas en movimiento.	Proceso metodológico y técnico para determinar el estado, composición y propiedad mecánica del suelo	Compactación	Máxima densidad seca (kg/cm ³) Optimo contenido de humedad (%)	Cuantitativa- Razón
			Resistencia	Capacidad de Soporte	

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Los autores Hernández *et al.*, (2018), enfatizaron que la población se convierte en un grupo elementos que coinciden con varias descripciones. Por lo tanto, la investigación estuvo compuesta por la totalidad de la extensión del Kilómetro +120 de la carretera Yapatera-Panecillo.

Centro Poblado: Yapatera

Provincia: Morropón

Departamento: Piura

Muestra

Hernández *et al.*, (2018), determinaron que una muestra es parte de un conjunto, también significa que es parte del elemento correspondiente. Una colección definida sobre la base de características que llamamos poblaciones.

Con este criterio y teniendo como referencia lo indicado en el manual de carreteras del MTC, hemos definido para nuestra investigación una muestra compuesta por 3 calicatas obtenidas dentro del Km +120 de la carretera Yapatera-Panecillo.

Tabla 2: Toma de muestras

TOMA DE MUESTRAS SUELO PATRÓN			
Km 0+120	TIPO	CANT.	H(Prof.)
0+120	Calicata	01	1.50m
0+120.50	Calicata	01	1.50m
0+121	calicata	01	1.50m

Muestreo

El muestro que se utilizo es no probabilístico, en este caso, no todos los sujetos de la población estadística tienen las mismas posibilidades de ser seleccionados como parte del estudio en curso.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

En la técnica Arias y Covinos (2021), determinaron que, si no tenemos una técnica de recolección de datos, el sistema conduce al examen de problemas de desarrollo. Cada caso de estudio definirá la técnica a utilizar y cada técnica forma el mecanismo o método que utilizará, por lo tanto, en dicha investigación se empleará ensayos de laboratorio.

Técnica: observación

Instrumento: Ensayos de laboratorio, hojas de cálculo, fichas de registro de datos.

Asimismo, en los instrumentos se trabajó con una hoja de reporte y para el proceso de datos el programa estadístico SPSS versión 28.

Validez

La validez se determina como el instrumento que pretende medir, por ende, se utilizó fichas de ensayos por conclusión los resultados serán fiables.

Confiabilidad

Para la confiabilidad de nuestro proyecto con los resultados obtenidos mediante los instrumentos de validación de datos observados contarán con certificación.

3.5 Procedimientos

Se desarrollará, de la siguiente manera:

ETAPA 1.- Identificación y caracterización de las zonas de estudios

Se realizará la identificación y ubicación geográfica georreferenciada de las zonas a intervenir como: zona de la carretera en estudio y zona de obtención de muestras de conchas de abanico.

ETAPA 2.- Recolección de las muestras

En la presente etapa se tomarán las muestras necesarias teniendo como referencia la normatividad del ministerio de transporte y comunicaciones

2.1.- Muestras del suelo patrón. - se obtendrán las calicatas del suelo natural.

2.2.- Muestras de conchas de abanico. - se recolectarán las muestras de conchas de abanico de los depósitos y/o botaderos municipales.

2.3.- Muestras de cal.- se obtendrá la cal a través de la compra en alguna ferretería reconocida con sus respectivas especificaciones técnicas.

ETAPA 3.- Ensayos de laboratorio

Suelo patrón:

- Preparación en seco de las muestras para análisis granulométrico.
- Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
- Determinación del contenido de humedad de la muestra.
- Determinación del límite líquido (LL) de la muestra.
- Determinación del límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP).
- Ensayos de Proctor modificado de la muestra CBR.
- Ensayo de expansión complemento al CBR de la muestra.
- Análisis, interpretación de resultados de la muestra en estado natural.

Concha de abanico:

- Análisis granulométrico.
- Determinación del contenido de humedad de la muestra.
- Determinación del límite líquido (LL) de la muestra.
- Determinación del límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP).

Suelo con incorporación de mezcla:

- Determinación de los porcentajes de mezcla de concha y cal.
- Preparación en seco de las muestras para análisis granulométrico.
- Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
- Determinación del contenido de humedad de la muestra.
- Determinación del límite líquido (LL) de la muestra.
- Determinación del límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP).
- Ensayos de Proctor modificado de la muestra CBR
- Ensayo de expansión complemento al CBR de la muestra

3.6 Método de análisis de datos

El método de análisis de datos es el proceso de separar todo el complejo en sus diversas partes y características, y el análisis nos permitirá descomponerlo completamente en sus componentes variables y relacionados. Los siguientes estudios serán observacionales y se realizarán procedimientos de análisis de datos mediante las herramientas de prueba son confiables y probadas.

3.7 Aspectos éticos

Este trabajo de investigación se basó en libros que contienen argumentos de las variables de estudio, artículos los cuales fueron citados como un principio de ética, los antecedentes nos reflejaron acerca del tema de estabilización de suelos con Cal y concha de abanico, asimismo se utilizó el programa spss versión 25 para la obtención de resultados que otorgaron el laboratorio y por último el turnitin que es una herramienta para los trabajos de investigación.

IV. RESULTADOS

DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

ETAPA 1: IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

La siguiente investigación tuvo como lugar de estudio la región de Piura, provincia de Morropón, distrito de Chulucanas.

Figura 6: Mapa político de la provincia de Morropón

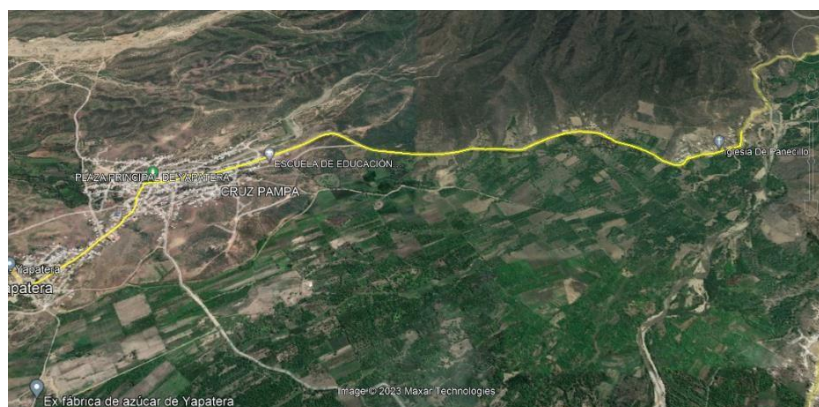


Figura 7: Mapa político del Perú



Decidimos hacer el estudio en la zona por la cercanía de la carretera a tierras agrícolas, siendo esto una problemática para una buena conformación del suelo.

Figura 8: Ubicación geográfica de la carretera Yapatera - Panecillo



Etapa 2: recolección de las muestras

4.1- Muestras del suelo patrón

El lugar donde se extrajo la muestra de suelo, en el Km +120 de la trocha carrozable Yapatera – Panecillo. Provincia de Morropón, departamento de Piura, tal como se muestra en el cuadro.

Tabla 3: Ubicación de Calicatas

TOMA DE MUESTRAS SUELO PATRÓN			
Km 0+120	TIPO	CANT.	H(Prof.)
0+120	Calicata	01	1.50m
0+120.50	Calicata	01	1.50m
0+121	calicata	01	1.50m

Fuente. - Elaboración Propia

Se realizó 3 prospecciones a tajo abierto o calicatas, a una profundidad de 1.50m, esto en conformidad con lo señalado en el Manual de carreteras del MTC; durante el tiempo de excavación no se detectó presencia de nivel freático hasta la profundidad explorada de 1.50m, se encontró un material Arena Limosa Arcillosa color marrón claro, mediamente compactado, húmedo.

Figura 8: Ubicación de Calicata



Figura 9: Muestras de suelo



4.2- Muestras de concha de abanico

Para la selección de los residuos de conchas de abanico, se decidió obtenerlas de uno de los botaderos municipales que existen en la provincia de Sechura. En la imagen se observa la ubicación exacta del botadero utilizado para nuestra investigación.

Figura 10: Ubicación de botadero de concha - Sechura



Figura 11: Procedimiento de la toma de muestras de conchas del botadero - Sechura



Durante la toma de muestras se decidió recolectar conchas que se encuentren en mejor estado de conservación, cabe decir enteras y con menor desgaste, puesto que, al encontrarse a la intemperie y al haber sido removidas por la maquinaria de la Municipalidad muchas de las muestras se encontraban fracturadas.

Se recolectó un aproximado de 15 sacos de concha de abanico con un peso aproximado de 25kg cada uno obteniendo un total de 375kg, las mismas que fueron llevadas a un molino para el procedimiento de trituración mecánica.

Figura 12: Procedimiento de trituración con molino



Figura 13: Obtención del material conchífero molido



Finalizado el proceso de molienda se obtuvieron 10 sacos de 25 kg cada uno obteniendo un total de 250kg de material conchífero molido. Determinándose que durante el proceso de molienda se obtiene solo el 66.67% de la materia prima inicial.

4.3- Muestras de CAL

De la CAL, se indica que esta fue adquirida en ferretería y para lo cual se utilizó la marca HADES.



Se adquirió 02 bolsas de CAL de 20kg cada una, los mismos que fueron llevados al laboratorio para su incorporación en la mezcla a utilizar.

ETAPA 3: ENSAYOS DE LABORATORIO.

Para la determinación del laboratorio donde se trabajarán los ensayos, se tomaron algunos criterios como: cercanía a la zona de estudio, cercanía al botadero de conchas, laboratorio certificado y de prestigio conocido, que el laboratorio se encuentre avalado por un profesional de conocida experiencia.

De esta manera, se determinó LABORATORIO GEOMAQ EIRL, con RUC N° 20604965820, ubicado en Jr. Trujillo Nro. 940 Centro Catacaos - Piura, la misma que se encuentra refrendada por el Ingeniero Civil David C. Villazón Ruiz.

3.1- ENSAYOS AL SUELO PATRÓN – RESULTADOS DEL OBJETIVO N°01

Obtenidas las muestras extraídas en las 03 calicatas, se iniciaron los ensayos correspondientes al suelo patrón, según:

3.1.1 ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

- a) Calicata N°01.- Según la tabla N°04, se puede determinar que de la muestra obtenida el 100% pasa la malla 4" hasta la malla N°04 y solo el 47.9% pasa la malla N°200, de esta manera, la siguiente característica física del material:
% piedra = 0.00, % arena = 52.90 y % finos = 47.91%

Tabla 4: Análisis mecánico por tamizado

TAMICES	ABERTURA EN mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA	
4"	101.60	0.0				
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	
N°4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	
N°10	2.00	3.8	0.7	0.7	99.3	
N°20	0.840	18.5	3.2	3.9	96.1	
N°40	0.420	69.6	12.1	16.0	84.0	
N°60	0.26	46.0	8.0	24.0	76.0	
N°140	0.106	91.6	15.9	39.9	60.1	HUMEDAD NATURAL
N°200	0.075	70.0	12.2	52.1	47.9	PESO HUMEDO 439.21
TOTAL		299.5				PESO SECO 575.0
PERDIDA	<200	275.5	47.9	100.0	0.0	%HUMEDAD 11.17
PESO INICIAL		574.96				

- b) Calicata N°02.- Según la tabla N°02, se puede determinar que de la muestra obtenida el 100% pasa la malla 4" hasta la malla N°04 y solo el 45% pasa la malla N°200, de esta manera, la siguiente característica física del material:
 % piedra = 0.00, % arena = 54.98 y % finos = 45.02%

Tabla 5: Análisis Granulométrico – calicata N°02 suelo patrón

TAMICES	ABERTURA EN mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA	
4"	101.60	0.0			100.0	
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	
N°4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	
N°10	2.00	3.8	0.7	0.7	99.3	
N°20	0.840	18.5	3.2	3.9	96.1	
N°40	0.420	69.6	12.1	16.0	84.0	
N°60	0.26	63.3	10.8	21.4	78.6	
N°140	0.106	124.8	21.3	42.7	57.3	HUMEDAD NATURAL
N°200	0.075	71.8	12.3	55.0	45.0	PESO HUMEDO 450.5
TOTAL		321.6				PESO SECO 575.0
PERDIDA	<200	263,4	45.0	100.0	0.0	%HUMEDAD 13.14
PESO INICIAL		574.96				

c) Calicata N°03.- Según la tabla N°06, se puede determinar que de la muestra obtenida el 100% pasa la malla 4" hasta la malla N°04 y solo el 51.2% pasa la malla N°200, de esta manera, la siguiente característica física del material: % piedra = 0.00, % arena = 48.83 y % finos = 51.17%

Tabla 6; Análisis Granulométrico – calicata N°03 suelo patrón

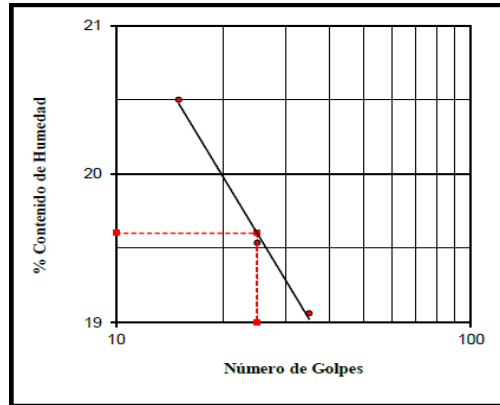
TAMICES	ABERTURA EN mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%PASA	
4"	101.60	0.0				
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	
N°4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	
N°10	2.00	7.1	1,1	1.1	98.9	
N°20	0.840	19.4	3,1	4.2	95.8	
N°40	0.420	44.6	7.1	11,3	88.7	
N°60	0.26	37,1	5.9	17.2	82.8	
N°140	0.106	107.6	17.1	34.4	65.6	HUMEDAD NATURAL
N°200	0.075	90.7	14.4	48.8	51.2	PESO HUMEDO 687.27
TOTAL		306.5				PESO SECO 575.0
PERDIDA	<200	321,1	51.2	100.0	0.0	%HUMEDAD 19.53
PESO INICIAL		627.55				

Fuente. – GEOMAQ EIRL

3.1.2 LÍMITES DE ATERBERG

a) Calicata N°01.- Según la gráfica N°01, se obtuvo límite líquido (LL)= 20, límite plástico (LP) = 17 e índice de plasticidad (IP)=3

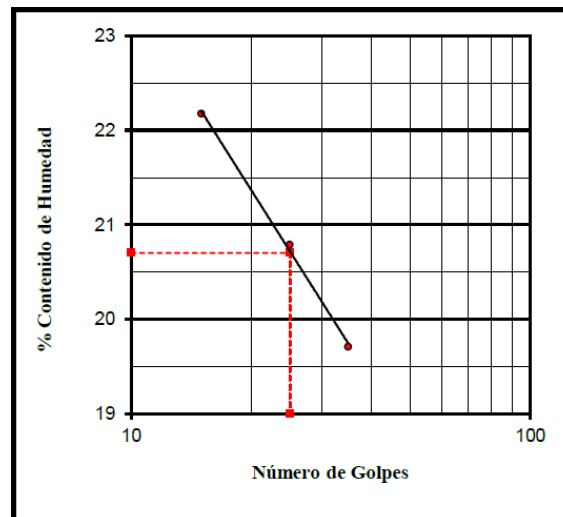
Gráfico 1: Análisis Granulométrico – calicata N°01 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

c) Calicata N°02.- Según la gráfica N°02, se obtuvo límite líquido (LL)= 21, límite plástico (LP) = 15 e índice de plasticidad (IP)=6

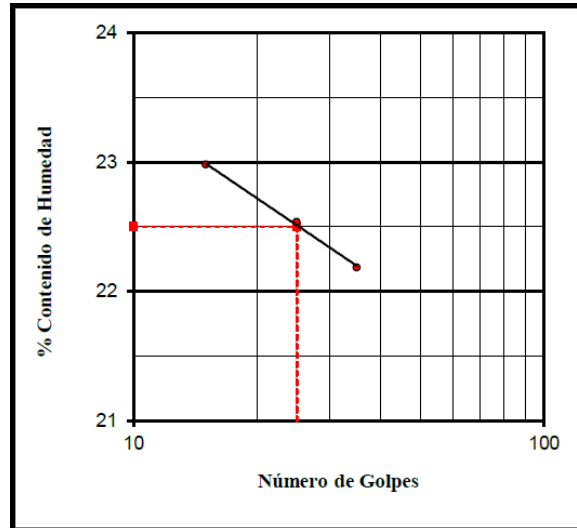
Gráfica 2: Análisis Granulométrico – calicata N°02 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

d) Calicata N°03.- Según la gráfica N°03, se obtuvo límite líquido (LL)= 23, límite plástico (LP) = 17 e índice de plasticidad (IP)=6

Gráfica 3: Análisis Granulométrico – calicata N°03 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

3.1.3 POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

a) Calicata N°01.- Según la tabla N°07, en función al tipo de suelo e índice de plasticidad (3) se determinó que el grado potencial de expansividad en BAJO.

Tabla 7: Análisis Granulométrico – calicata N°01 suelo patrón

S: Potencial de Hinchamiento IP: Índice Plástico $K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)					$S = 60 * K * IP^{2.44}$		<table border="1"> <tr> <th>Valor de S</th> <th>Grado de potencial expansivo según "S"</th> <th>Índice de plasticidad</th> <th>Grado de potencial expansivo según IP</th> </tr> <tr> <td>0-1.5</td> <td>Bajo</td> <td>0-15</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>1.5-5</td> <td>Medio</td> <td>10-35</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>5-25</td> <td>Alto</td> <td>20-55</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>>25</td> <td>Muy alto</td> <td>>35</td> <td>Muy alto</td> </tr> </table>	Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP	0-1.5	Bajo	0-15	Bajo	1.5-5	Medio	10-35	Medio	5-25	Alto	20-55	Alto	>25	Muy alto	>35	Muy alto
Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP																								
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo																								
1.5-5	Medio	10-35	Medio																								
5-25	Alto	20-55	Alto																								
>25	Muy alto	>35	Muy alto																								
CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO																					
C-01	02	SM	3	0.000036	0.03	BAJO																					

Fuente. – GEOMAQ EIRL.

a) Calicata N°02.- Según la tabla N°08, en función al tipo de suelo e índice de plasticidad (6) se determinó que el grado potencial de expansividad en BAJO.

Tabla 8: Análisis Granulométrico – calicata N°02 suelo patrón

S: Potencial de Hinchamiento IP: Índice Plástico $K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)					$S = 60 * K * IP^{2.44}$		<table border="1"> <tr> <th>Valor de S</th> <th>Grado de potencial expansivo según "S"</th> <th>Índice de plasticidad</th> <th>Grado de potencial expansivo según IP</th> </tr> <tr> <td>0-1.5</td> <td>Bajo</td> <td>0-15</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>1.5-5</td> <td>Medio</td> <td>10-35</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>5-25</td> <td>Alto</td> <td>20-55</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>>25</td> <td>Muy alto</td> <td>>35</td> <td>Muy alto</td> </tr> </table>	Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP	0-1.5	Bajo	0-15	Bajo	1.5-5	Medio	10-35	Medio	5-25	Alto	20-55	Alto	>25	Muy alto	>35	Muy alto
Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP																								
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo																								
1.5-5	Medio	10-35	Medio																								
5-25	Alto	20-55	Alto																								
>25	Muy alto	>35	Muy alto																								
CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO																					
C-02	02	SM-SC	6	0.000036	0.14	BAJO																					

Fuente. – GEOMAQ EIRL.

a) Calicata N°03.- Según cuadro N°9, en función al tipo de suelo e índice de plasticidad (6) se determinó que el grado potencial de expansividad en BAJO.

Tabla 9: Análisis Granulométrico – calicata N°03 suelo patrón

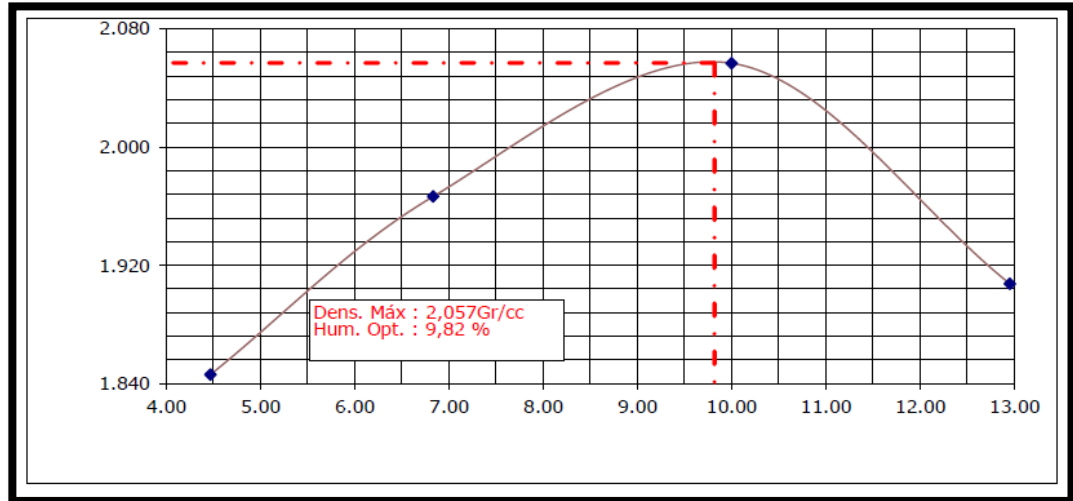
<p>S: Potencial de Hinchamiento IP: Índice Plástico $K = 3.6 \times 10^{-1}$ (Constante)</p>					$S = 60 * K * IP^{2.44}$		<table border="1"> <tr> <th>Valor de S</th> <th>Grado de potencial expansivo según "S"</th> <th>Índice de plasticidad</th> <th>Grado de potencial expansivo según IP</th> </tr> <tr> <td>0-15</td> <td>Bajo</td> <td>0-15</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>15-5</td> <td>Medio</td> <td>10-35</td> <td>Medio</td> </tr> <tr> <td>5-25</td> <td>Alto</td> <td>20-55</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>>25</td> <td>Muy alto</td> <td>>35</td> <td>Muy alto</td> </tr> </table> <p>Fuente: Whitlow, 2001.</p>	Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP	0-15	Bajo	0-15	Bajo	15-5	Medio	10-35	Medio	5-25	Alto	20-55	Alto	>25	Muy alto	>35	Muy alto
Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP																								
0-15	Bajo	0-15	Bajo																								
15-5	Medio	10-35	Medio																								
5-25	Alto	20-55	Alto																								
>25	Muy alto	>35	Muy alto																								
CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO																					
C-03	02	ML-CL	6	0.000036	0,15	BAJO																					

Fuente. – GEOMAQ EIRL.

3.1.4 ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR Y CBR

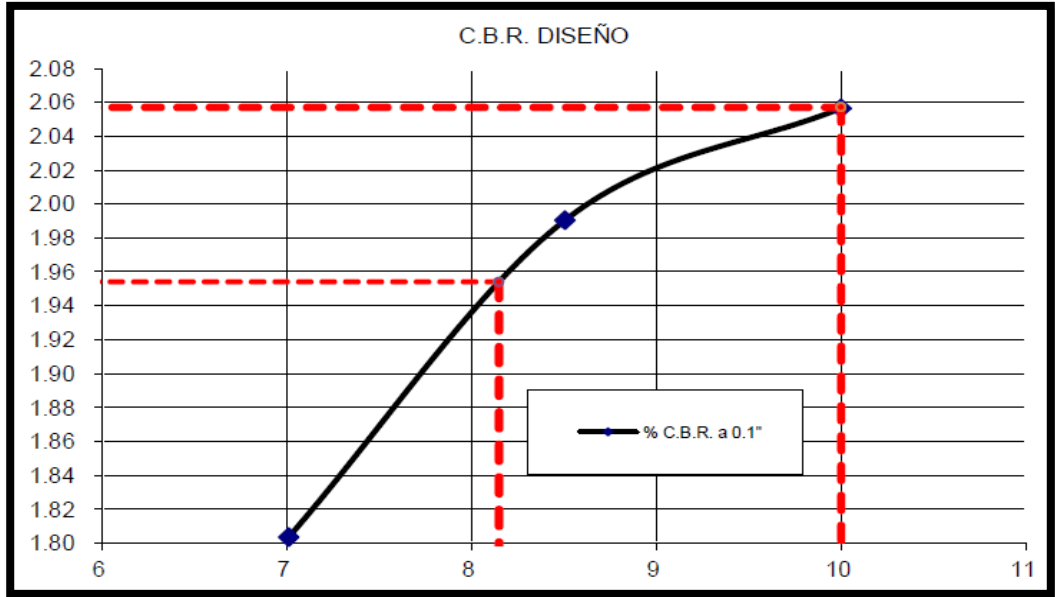
a) Calicata N°01.- Según el gráfico N°15, se determinó que el contenido óptimo de humedad es de 9.82% con una Máxima Densidad de 2.057gr/cc., y según cuadro N°12 se determina el CBR de diseño a 0.1" es de 8.15%

Gráfico 4: Ensayo de compactación PROCTOR – calicata N°01 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

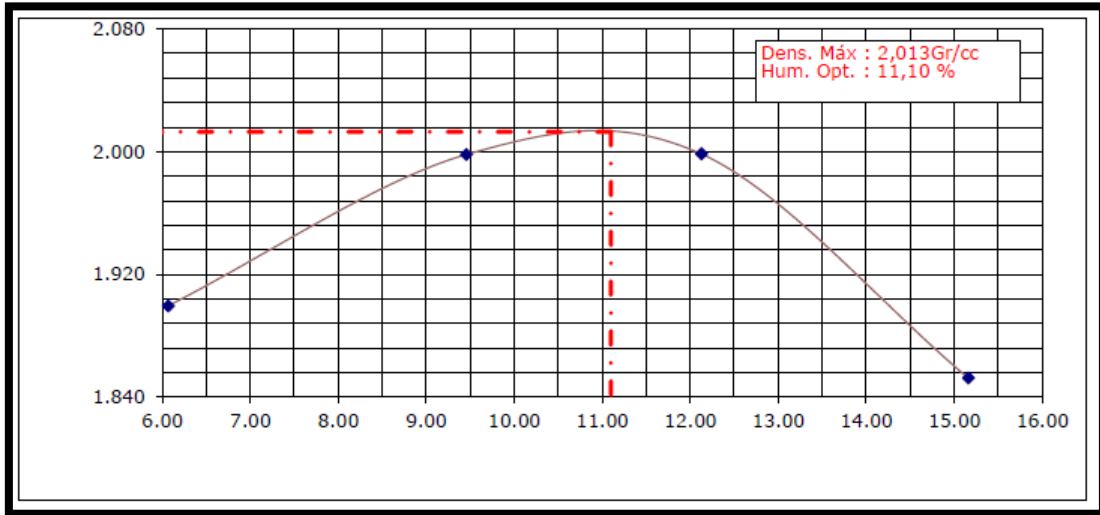
Gráfico 5: Ensayo CBR – calicata N°01 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL

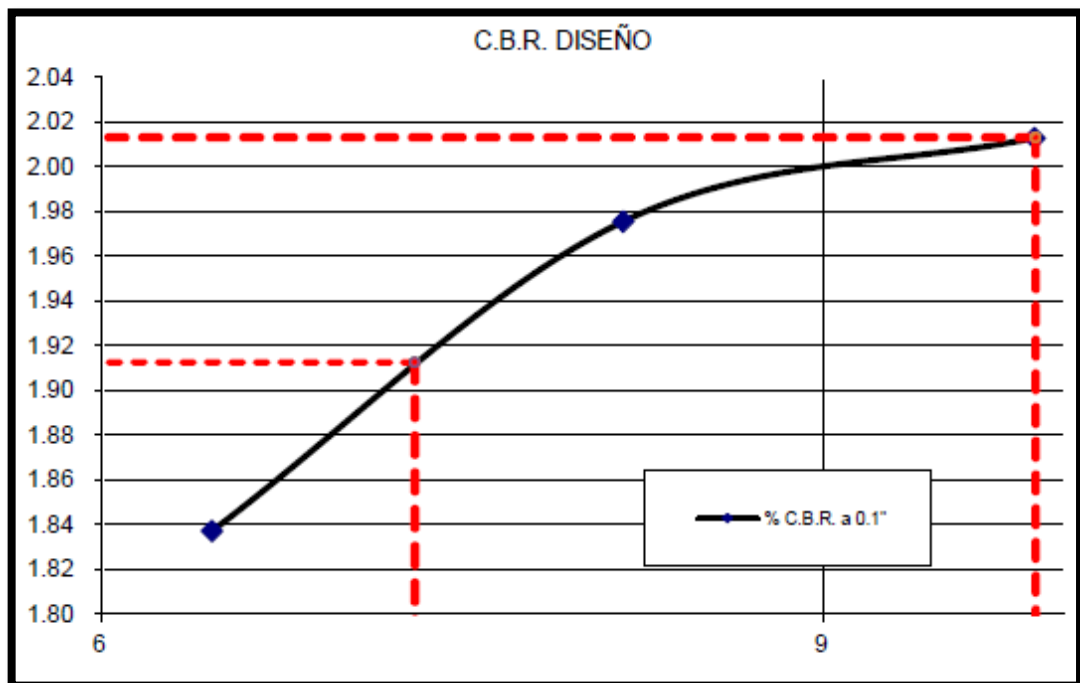
b) Calicata N°02.- Según la gráfica N°6, se determinó que el contenido óptimo de humedad es de 11.10% con una Máxima Densidad de 2.013gr/cc., y según cuadro N°14 se determina el CBR de diseño a 0.1" es de 7.30%.

Gráfico 6: Ensayo de compactación PROCTOR – calicata N°02 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

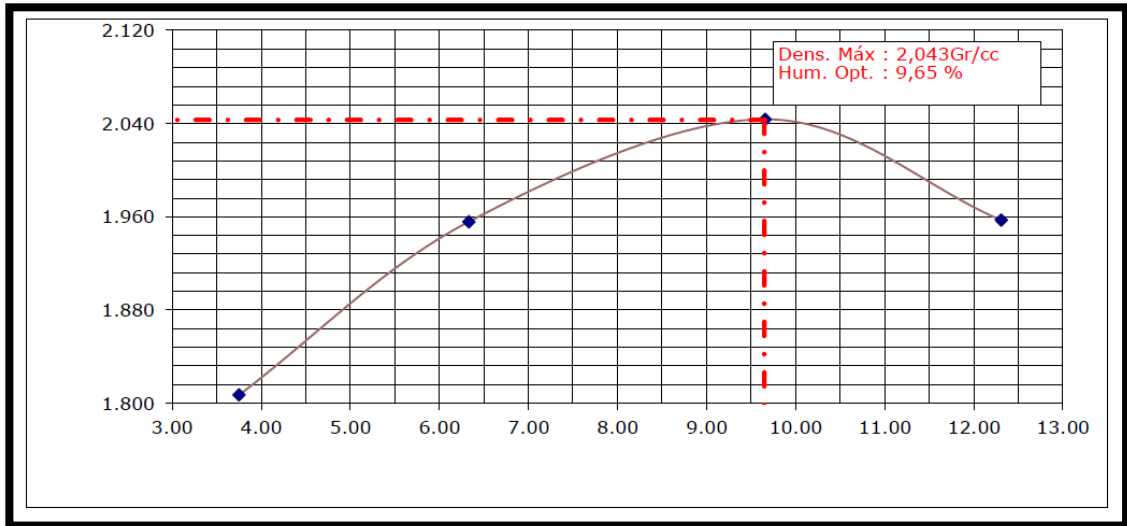
Gráfico 7: Ensayo CBR – calicata N°02 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

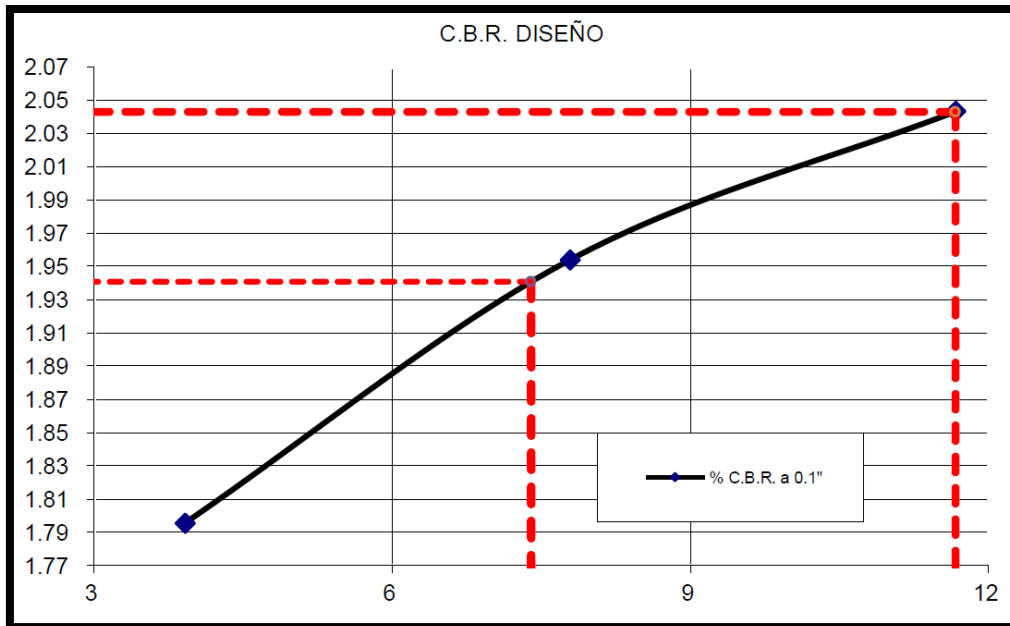
b) Calicata N°03.- Según cuadro N°15, se determinó que el contenido óptimo de humedad es de 9.65% con una Máxima Densidad de 2.043gr/cc., y según cuadro N°16 se determina el CBR de diseño a 0.1" es de 7.40%.

Gráfico 8: Ensayo de compactación PROCTOR – calicata N°03 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

Gráfico 9: Ensayo CBR – calicata N°03 suelo patrón



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

3.1.5 RESUMEN DE LOS RESULTADO DEL OBJETIVO N°01

Caracterización del Suelo Patrón. - Finalmente, se realiza un resumen de los resultados obtenidos de las muestras de las 03 calicatas extraídas en la zona de intervención, determinados un suelo según SUCS de Arena Limosa y clasificación AASHTO de regular a Malo.

Tabla 10: Resumen calicatas N°01,02 y 03 - suelo patrón

Categorización del suelo Según Norma, Manual de Carreteras MTC

Descripción	Calicata N°01	Calicata N°02	Calicata N°03
Tipo de suelo (SUCS)	SM (arena limosa)	SM-SC (arena limo arcillosa)	ML-CL(limo rcillosa)
Tipo de suelo (A.ASHTO)	Regular-Malo	Regular-Malo	Regular-Malo
Limite liquido	20	21	23
Limite plástico	17	15	17
Índice pasticidad	3	6	6
%arena	0	0	0
%piedra	52.1	55	48.8
%finos	47.9	45	51.2
Grado potencial de expansividad	Bajo	Bajo	Bajo
PROCTOR-COH	2.057 gr/cm3	2.013 gr/cm3	2.043 gr/cm3
PROCTOR-D.MAX.	9.82%	11.10%	9.65%
CBR a 0.1%	8.15%	7.30%	7.40%

Fuente. – Elaboración propia

Categoría del Suelo Patrón. - Obtenidos los resultados de CBR de cada muestra llevada al laboratorio y practicándose un cálculo se obtiene un CBR promedio de 7.62%, de esta manera en función a la clasificación detallada en el Manual de Carreteras MTC (cuadro 4.11), obtenemos una categoría de subrasante regular.

Resultado del objetivo N°02

Respecto al uso del Cal

Habiéndose realizado los ensayos e identificado el tipo de suelo patrón: ARENA LIMO ARCILLOSA, límites, índice de plasticidad, etc, se recurre al proceso de selección del tipo de estabilización en base a la tabla 12 " Guía complementaria referencial para la selección del tipo de estabilizador" del Manual de carreteras y de acuerdo a las características de nuestro suelo patrón **EN LA CUAL SE DETERMINA EL USO DEL CAL COMO AGENTE ESTABILIZADOR Y TOMÁNDOSE PARA ELLO LA DOSIFICACIÓN MINIMA QUE SERÁ DEL 2%.**

Tabla 12: Guía complementaria referencial para la selección del tipo de estabilizador

Tipo de estabilizador recomendado	Normas Técnicas	Suelo	Dosificación	Curado (apertura al tránsito)	Observaciones
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2, A-2-7, A-6 Y A-7 10%<IP<50% CMO(2)<3.0% Sulfatos(SO ₂)<0.2% ABRASION <50%	2-8%	Mínimo 72 horas	Para IP>50% se puede aplicar cal en dos etapas diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276

Respecto al uso de concha de abanico

Visto nuestros antecedentes, en el estudio de Ramirez (2020) realiza ensayos utilizando porcentajes del 20, 40 y 60% de concha de abanico, del mismo modo Quezada (2017) experimenta sus resultados utilizando los mismos porcentajes de concha (20, 40 y 60%).

Por otro lado, para nuestro caso el agente estabilizante a experimentar es la mezcla de cal y concha de abanico, en ese sentido nuestros ensayos se realizarán con los porcentajes de 5%, 10% y 15% de concha de abanico, del peso de la muestra.

Resumen del resultado del objetivo N°02

Finalmente, según lo expuesto anteriormente, se determina que se realizaron los ensayos con los siguientes porcentajes:

Tabla 13: Determinación de porcentajes de mezcla de cal y concha de abanico

TIPO	CAL (%)	CONCHA DE ABANICO (%)
Mezcla 01	2%	5%
Mezcla 02	2%	10%
Mezcla 03	2%	15%

Fuente. – Elaboración propia

Resultados del objetivo N°03

Obtenidas las mezclas de cal y concha de abanico, se iniciaron los ensayos correspondientes al suelo con incorporación de mezcla, según:

Calicata N°01

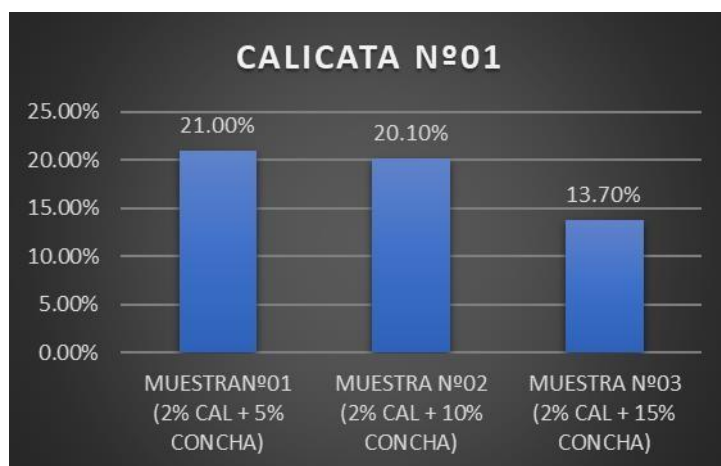
Tabla 14: Resultados de ensayos de Calicata N°01- Muestra N°01 – N°02 – N°03

Descripción	CALICATA N°01		
	MUESTRA N°01 (2% CAL + 5% CONCHA)	MUESTRA N°02 (2% CAL + 10% CONCHA)	MUESTRA N°03 (2% CAL + 15% CONCHA)
Tipo de suelo (SUCS)	SM (arena limosa)	SM (arena limosa)	SM (arena limosa)
Tipo de suelo (AASHTO)	Bueno	Bueno	Bueno
Limite Líquido	20	20	19
Limite Plástico	17	17	17
Índice pasticidad	3	3	2
% arena	51.12	53.55	54.45
% piedra	0	0	0.33
% finos	48.88	46.40	45.22
Grado potencial de expansividad	Bajo	Bajo	Bajo
PROCTOR - COH	2.150 gr/cm ³	2.096 gr/cm ³	2.096 gr/cm ³
PROCTOR - D.Max.	10.15%	9.55%	9.55%
CBR a 0.1 %	21.00%	20.10%	13.70%

Fuente. – GEOMAQ EIRL.

De la tabla N. 14 se observa el resultado de los ensayos a las 03 muestras de la Calicata N°01, obteniéndose un tipo de suelo arena limosa según SUCS y clasificación BUENO según AASHTO, IP=3 para muestra N°1 y muestra N°2, para la muestra N°3 un IP=2. Se obtuvo el mayor % de Proctor para la muestra N°1 con un 10.15% y bajo grado de expansividad para las 3 muestras.

Gráfico 10: Calicata N°01/Muestra N°01 – N°02 – N°03



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

Del mismo modo, el grafico N.º 10 se determinó que de las tres muestras ensayadas se obtuvo el mayor porcentaje de CBR para la muestra N°01 (2% cal + 5% concha) con un 21% seguido de la muestra N°02 con un 20.10%, mientras que, se obtuvo el valor más bajo de CBR para la muestra N°03 (2% cal + 15% concha) con un 13.70%. Cabe resaltar que para las 3 muestras el CBR obtenido se encuentra en la clasificación de suelo BUENO.

Calicata N°02

Resultado de ensayos de Calicata N°02

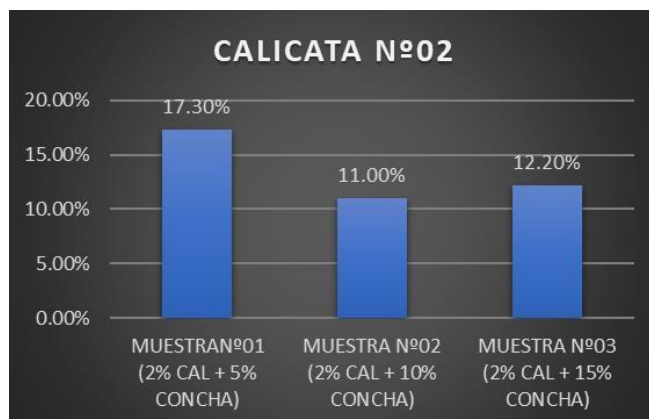
Tabla 15: Calicata N°02/Muestra N°01 – N°02 – N°03

Descripcion	CALICATA N°02		
	MUESTRA N°01 (2% CAL + 5% CONCHA)	MUESTRA N°02 (2% CAL + 10% CONCHA)	MUESTRA N°03 (2% CAL + 15% CONCHA)
Tipo de suelo (SUCS)	SM-SC (arena limo arcillosa)	SM-SC (arena limo arcillosa)	SM-SC (arena limo arcillosa)
Tipo de suelo (AASHTO)	Bueno	Bueno	Bueno
Limite Liquido	22	22	25
Limite Plastico	18	18	18
Indice pasticidad	4	4	7
% arena	51.42	54.74	51.64
% piedra	0	0.17	0.14
% finos	48.58	45.09	48.22
Grado potencial de expansividad	Bajo	Bajo	Bajo
PROCTOR - COH	2.044 gr/cm3	2.016 gr/cm3	2.033 gr/cm3
PROCTOR - D.Max.	11.00%	11.00%	11.10%
CBR a 0.1 %	17.30%	11.00%	12.20%

Fuente. – GEOMAQ EIRL.

De la tabla N. 15 se observa el resultado de los ensayos a las 03 muestras de la Calicata N°02, obteniéndose un tipo de suelo arena limo arcillosa según SUCS y clasificación BUENO según AASHTO, IP=4 para muestra N°1 y muestra N°2, para la muestra N°3 un IP=7. Se obtuvo un % de Proctor de 11% para la muestra N°, N°1 y N°2, para la muestra N°3 un Proctor de 10.05% y bajo grado de expansividad para las 3 muestras.

Gráfico 11: Calicata N°02/Muestra N°01 – N°02 – N°03



Fuente. – GEOMAQ EIRL.

De esta manera, el gráfico 11 se determina que de las tres muestras ensayadas se obtuvo el mayor porcentaje de CBR para la muestra N°01 (2% cal + 5% concha) con un 17.30%, mientras que, se obtuvo el valor más bajo de CBR para la muestra N°02 (2% cal + 10% concha) con un 11%. Cabe resaltar que para las 3 muestras obtenidas el CBR mostrado se encuentra en la clasificación de suelo BUENO.

Calicata N°03

Resultado de ensayos de Calicata N°03

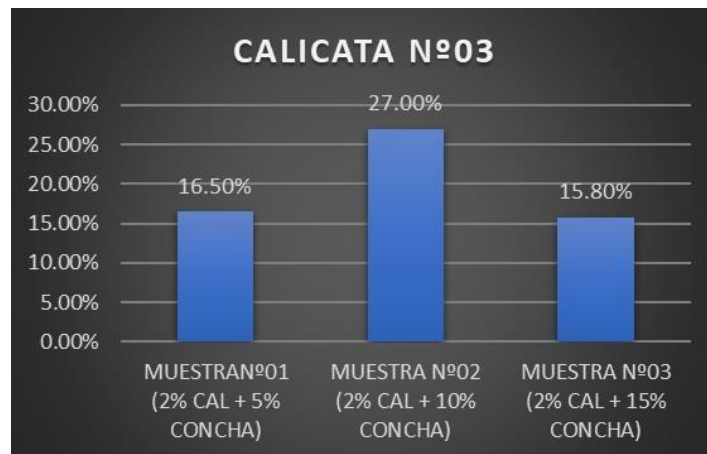
Tabla 16: Calicata N°03/Muestra N°01 – N°02 – N°03

Descripción	CALICATA N°03		
	MUESTRA N°01 (2% CAL + 5% CONCHA)	MUESTRA N°02 (2% CAL + 10% CONCHA)	MUESTRA N°03 (2% CAL + 15% CONCHA)
Tipo de suelo (SUCS)	ML-CL (limo arcillosa)	ML-CL (limo arcillosa)	ML-CL (limo arcillosa)
Tipo de suelo (AASHTO)	Bueno	Bueno	Bueno
Limite Líquido	22	24	22
Limite Plástico	17	18	18
Índice plasticidad	5	6	4
% arena	47.34	50.83	51.56
% piedra	0	0.19	0.26
% finos	52.66	48.99	48.18
Grado potencial de expansividad	Bajo	Bajo	Bajo
PROCTOR - COH	2.053 gr/cm ³	2.076 gr/cm ³	2.053 gr/cm ³
PROCTOR - D.Max.	10.20%	10.35%	11.10%
CBR a 0.1 %	16.50%	27.00%	15.80%

Fuente. – GEOMAQ EIRL

De la tabla N. 16 se observa el resultado de los ensayos a las 03 muestras de la Calicata N°03, obteniéndose un tipo de suelo limo arcillosa según SUCS y clasificación BUENO según AASHTO, IP=5 para muestra N°1, IP=6 para muestra N°2, para la muestra N°3 un IP=4. Se obtuvo el mayor % de Proctor para la muestra N°3 con un 11% y bajo grado de expansividad para las 3 muestras.

Gráfico 12: Calicata N°03/Muestra N°01 – N°02 – N°03

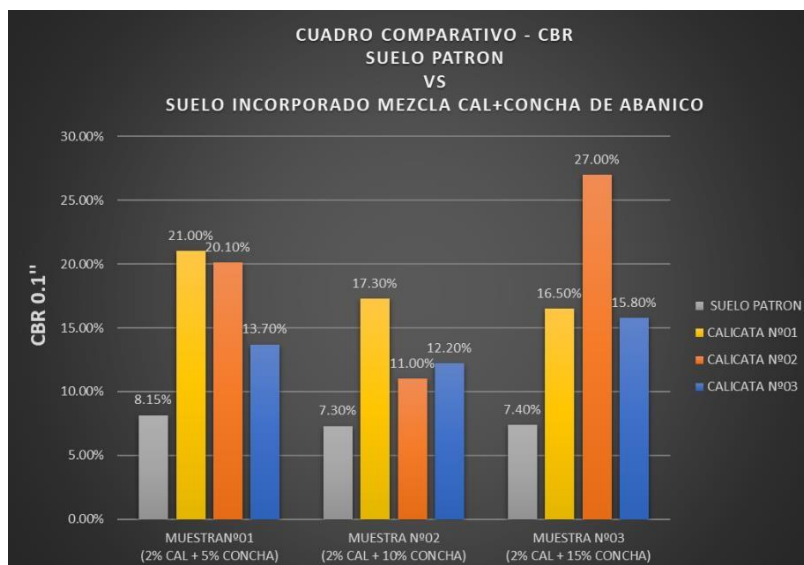


Fuente. – GEOMAQ EIRL.

Adicionalmente el Gráfico 12, Se determina que de las tres muestras ensayadas se obtuvo el mayor porcentaje de CBR para la muestra N°02 (2% cal + 10% concha) con un 27%, mientras que, se obtuvo el valor más bajo de CBR para la muestra N°03 (2% cal + 15% concha). Cabe resaltar que para las 3 muestras obtenidas el CBR mostrado se encuentra en la clasificación de suelo BUENO.

Resumen de los resultados del objetivo N°03

Gráfico 13: Comparativo CBR: suelo patrón VS suelo con incorporación de mezcla de cal y concha de abanico



Fuente: elaboración propia

Del gráfico 13, se observó que para el caso de la muestra N° 01 el CBR patrón es 8.15% y el CBR de la calicata 01 y 02 se encuentran ente el 21% y 20%, observándose un incremento de más de doble. Para el caso de la muestra N°02 el CBR de la calicata N°01 es de 17.30% el cual representa el doble en comparación al CBR patrón que es 7.30% y finalmente para la muestra N°03 el CBR 27% de la calicata N°02 aumento más del triple del CBR patrón que para el caso es de 7.40%. De esta manera podemos determinar que para las tres muestras ensayadas (con incorporación de mezcla cal y concha), el valor del CBR ha aumentado de manera significativa.

Clasificación del suelo con incorporación de mezcla de Cal y Concha.

Tabla 17: Clasificación del suelo con incorporación de mezcla de Cal y Concha, según Norma, Manual de Carreteras MTC

DESCRIPCIÓN	TIPO	DATOS PATRON		DATOS C/INCORPORACIÓN DE MEZCLA CAL+CONCHA	
CBR A 0.1%	CALICATA N°01	8.15%	REGULAR	18.27%	BUENA
	CALICATA N°02	7.30%	REGULAR	19.37%	BUENA
	CALICATA N°03	7.40%	REGULAR	13.90%	BUENA

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

Fuente: elaboración propia

De la tabla 17, se observa que para el caso de la Calicata N° 01 el CBR patrón es 8.15% y el CBR con incorporación de mezcla de cal y concha aumentó a 18.27%, del mismo modo, para la calicata N° 02 el CBR aumentó de 7.30% del suelo patrón a 19.37% al suelo con mezcla, así mismo, se evidencio el aumento para la calicata N°03 de 7.40% del suelo patrón versus al 13.90% del suelo con incorporación de mezcla cal + concha.

De esta manera, en función a la clasificación de detallada en el Manual de Carreteras MTC (cuadro 4.11), obtenemos que nuestro suelo con incorporación de mezcla de cal y concha, se encuentra en la categoría de BUENA versus al suelo inicial que contaba con categoría de REGULAR

Contrastación de Hipótesis

La incorporación de una mezcla cal y concha de abanico mejora la estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022

H0: La incorporación de una mezcla cal y concha de abanico no mejora la estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022

Ha: La incorporación de una mezcla cal y concha de abanico mejora la estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022

Tabla 18: Pruebas de Chi-Cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,651 ^a	2	,051
Razón de verosimilitud	6,154	2	,052
Asociación lineal por lineal	3,147	1	,080
N de casos válidos	3		

Interpretación:

En la prueba de Chi-Cuadrado que es la base al planteamiento estadístico, se llegó a la conclusión que se acepta la hipótesis alterna Ha, porque el Chi cuadrado de Pearson es mayor a 0.05, rechazando la hipótesis nula.

La capacidad de soporte del suelo existente en el km +120-Carretera Yapatera-Panecillo, Chulucanas, 2022.

H0: La capacidad de soporte del suelo no existente en el km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.

Ha: La capacidad de soporte del suelo existente en el km +120-Carretera Yapatera-Panecillo, Chulucanas, 2022.

Tabla 19: Pruebas de Chi-Cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,781 ^a	2	,061
Razón de Verosimilitud	4,124	2	,063
Asociación lineal por lineal	2,007	1	,082
N de casos válidos	3		

Interpretación:

En la prueba de Chi-Cuadrado que es la base al planteamiento estadístico, se llegó a la conclusión que se acepta la hipótesis alterna Ha, porque el Chi cuadrado de Pearson es mayor a 0.05, rechazando la hipótesis nula.

El porcentaje de mezcla de Cal y concha de abanico que mejorará la capacidad de soporte del suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.

H0: El porcentaje de mezcla de Cal y concha de abanico no mejorará la capacidad de soporte del suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.

Ha: El porcentaje de mezcla de Cal y concha de abanico que mejorará la capacidad de soporte del suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.

Tabla 20: Pruebas de Chi-Cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,111 ^a	2	,053
Razón de Verosimilitud	6,784	2	,051
Asociación lineal por lineal	2,107	1	,085
N de casos válidos	3		

Interpretación:

En la prueba de Chi-Cuadrado que es la base al planteamiento estadístico, se llegó a la conclusión que se acepta la hipótesis alterna Ha, porque el Chi cuadrado de Pearson es mayor a 0.05, rechazando la hipótesis nula.

De qué manera la incorporación de una mezcla de Cal y concha de abanico, influye la capacidad de Soporte del suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo.

H0: De qué manera la incorporación de una mezcla de Cal y concha de abanico, no influye la capacidad de Soporte del suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo.

Ha: De qué manera la incorporación de una mezcla de Cal y concha de abanico, influye la capacidad de Soporte del suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo.

Tabla 21: Pruebas de Chi-Cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,001 ^a	2	,053
Razón de Verosimilitud	5,123	2	,051
Asociación lineal por lineal	3,100	1	,085
N de casos válidos	3		

Interpretación:

En la prueba de Chi-Cuadrado que es la base al planteamiento estadístico, se llegó a la conclusión que se acepta la hipótesis alterna Ha, porque el Chi cuadrado de Pearson es mayor a 0.05, rechazando la hipótesis nula.

V. DISCUSIÓN

Para el autor Ramírez (2020), tuvo como objetivo determinar cómo la adición de conchas de abanico a los subsuelos afecta la estabilidad del suelo blando, por lo que en la prueba de CBR nos brindó la opción de soporte para agregar 60 % V.C.A que obtuvo el valor más alto 67.6 % > 10 % piensa que es adecuado para el lecho de la carretera. Para la resistencia a la compresión simple obtuvimos 4,24 kg/cm² con un 60 % de V.C.A, lo que representa un aumento del 294,4 % en comparación con el suelo natural. 4,24 kg/cm² > 4 kg/cm², se considera una consistencia de suelo duro. En cuanto a la resistencia al corte directo, se obtuvo suelo natural, que aumenta su capacidad portante y cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 977 como material estabilizador.

En nuestro estudio se obtuvo como resultado de la Calicata N°01, un tipo de suelo arena limosa según SUCS y clasificación BUENO según AASHTO, IP=3 para muestra N°1 y muestra N°2, para la muestra N°3 un IP=2. Se obtuvo el mayor % de Proctor para la muestra N°1 con un 10.15% y bajo grado de expansividad. Del mismo modo, se determinó que de las tres muestras ensayadas se obtuvo el mayor porcentaje de CBR para la muestra N°01 (2% cal + 5% concha) con un 21% seguido de la muestra N°02 con un 20.10%, mientras que, se obtuvo el valor más bajo de CBR para la muestra N°03 (2% cal + 15% concha) con un 13.70%. Cabe resaltar que para las 3 muestras el CBR obtenido se encuentra en la clasificación de suelo BUENO.

Por consiguiente, los autores Espinoza y Honores (2018), El objetivo principal de su investigación fue estabilizar la arcilla con conchas de abanico y cenizas de carbón para pavimentar. Ha sido ensayado sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural añadiendo diferentes porcentajes de concha de abanico previamente sometidas a un proceso de calcinación. Los resultados de las pruebas mostraron que el contenido de agua óptimo en términos de CL suelo y combinaciones aumentó de 0,4% a 3,2% en todas las combinaciones; la densidad máxima seca de las combinaciones disminuyó con respecto a los suelos naturales. De 0,042 g/cm³ a 0,09 g/cm³, el valor de CBR aumentó de 11,7 % a 17 %.

En nuestra investigación, se observó que para el caso de la muestra N° 01 el CBR patrón es 8.15% y el CBR de la calicata 01 y 02 se encuentran entre el 21% y 20%, observándose un incremento de más de doble. Para el caso de la muestra N°02 el CBR de la calicata N°01 es de 17.30% el cual representa el doble en comparación al CBR patrón que es 7.30% y finalmente para la muestra N°03 el CBR 27% de la calicata N°02 aumento más del triple del CBR patrón que para el caso es de 7.40%. De esta manera podemos determinar que para las tres muestras ensayadas (con incorporación de mezcla cal + concha), el valor del CBR ha aumentado de manera significativa.

Para el autor Pérez y Rubio (2022), en su investigación, tiene como objetivo evaluar las propiedades de la adición de cal para mejorar el suelo plástico para su uso en carreteras de alto tráfico, en subsuelos con buena capacidad portante, mediante la adición de agentes de osificación para encontrar mejoras en las propiedades químicas del suelo y sus características mecánicas y dosificaciones óptimas. A partir de las propiedades físicas se determinaron los porcentajes óptimos adicionando 8% de cal estructural, su 5.4% CBR aumentó en 8.3%, su 11.2% IP se redujo a 3.6%; logró mejorar el material. Esto es consistente con mi investigación y pude determinar que mi mejor cal es 9% CBR, agregando 5.5% de cal al suelo ML, la cal definitivamente parece mejorar las propiedades físicas.

Córdova (2021), planteo como objetivo determinar el impacto de la cal en la estabilidad de la arcilla en el terreno. Una prueba revisada de CBR Pro -SEJ (coeficiente de transporte de California), tanto para muestras naturales como para el porcentaje propuesto de lugar de trabajo, así como 4%, 8% y 12% de cal. La tasa más alta de indicadores de arcilla se detecta al 8 % de cal, lo que puede aumentar el valor de CBR del suelo natural a 0.1 "100 % 8.6 % para CBR con 8 % de cal a nivel en el nivel 0.1". 100% igual a 19.8, esto argumenta que la adición del 8% de la cal es adecuada porque será normal a bien.

En nuestra investigación para la calicata N°1 el CBR patrón es 8.15% y el CBR con incorporación de mezcla de cal + concha aumentó a 18.27%, del mismo modo, para la calicata N° 02 el CBR aumentó de 7.30% del suelo patrón a 19.37% al suelo con mezcla, así mismo, se evidenció el aumento para la calicata N°03 de 7.40% del suelo patrón versus al 13.90% del suelo con incorporación de mezcla cal + concha.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyó que, con la incorporación de mezcla de cal y concha de abanico en los porcentajes estudiados: Muestra N°1 (2% cal + 5% de concha de abanico), Muestra N°2 (2% cal + 10% de concha de abanico), Muestra N°3 (2% cal + 15% de concha de abanico), se incrementó de manera significativa la capacidad de soporte del suelo patrón, logrando mejorar su clasificación de suelo, pasando de regular a BUENA según el Manual de Carreteras del MTC.
2. Se concluye que, el suelo patrón estudiado a través de 03 calicatas exploradas en el Km +120 de la carretera Yapatera-Panecillo, como un suelo Regular a Malo según clasificación AASHTO y con una capacidad de soporte (CBR) de 8.15%, 7.30 y 7.40% para las calicatas N° 01, 02 y 03 correspondientemente, clasificándose el suelo como REGULAR según el Manual de Carreteras del MTC.
3. Se concluye que, de las muestras ensayadas con diferentes porcentajes de mezcla de cal y concha de abanico, para los tres (03) casos se mejoró la capacidad de soporte del suelo patrón según:
 - ✓ Muestra N°01 (Suelo con 2% cal + 5% de concha) el CBR aumentó de 8.15% a 21%.
 - ✓ Muestra N°02 (Suelo con 2% cal + 10% de concha) el CBR aumentó de 7.30% a 17.30%.
 - ✓ Muestra N°03 (Suelo con 2% cal + 15% de concha) el CBR aumentó de 7.40% a 27%.
4. Se concluye que, para las muestras ensayadas (Suelo patrón + mezcla de cal y concha de abanico), el CBR incrementa de manera significativa conforme a los siguientes resultados realizados en laboratorio.
 - ✓ Muestra N°01, El CBR arroja un incremento en un 257%.
 - ✓ Muestra N°02, El CBR arroja un incremento en un 237%.
 - ✓ Muestra N°01, El CBR arroja un incremento en un 365%

VII.RECOMENDACIONES

1. Teniendo como base que se ha incrementado significativamente la capacidad de soporte del suelo con la incorporación de mezcal de cal y concha de abanico, se recomienda el uso de esta mezcla para la estabilización de suelos de tipo arena limosa, limo arcillosa y arena limo arcillosa, dejando la posibilidad que en futuros estudios se realicen para otros tipos de suelos.
2. Teniendo en cuenta el presente estudio, se recomienda que, para mejorar la capacidad de soporte de un suelo, es factible el uso de mezcla de cal y concha de abanico, según los porcentajes estudiados para la cal (2%) y para la concha de abanico (5%, 10% y 15%), considerando que según los ensayos practicados el aumento del CBR es significativo.
3. Se recomienda para futuras investigaciones y teniendo como base este estudio, que se realicen mayores ensayos aumentando la dosificación de concha de abanico y manteniendo la dosificación de cal, puesto se ha determinado las variaciones del CBR en relación al aumento de la proporción de concha de abanico.
4. Habiéndose evidenciado el incremento de la capacidad de soporte (CBR) del suelo, se recomienda para nuevas investigaciones que incorporen mezcla de cal y concha de abanico se realicen mayores ensayos a las propiedades mecánicas como: deformabilidad y permeabilidad.

Referencias

- Anticona Castro, J. (2020). Adición de concha de abanico triturado como elemento estabilizador en suelos arenosos en la Avenida Umanmarca, Villa el Salvador 2020. [Adición de concha de abanico triturado como elemento estabilizador en suelos arenosos en la Avenida Umanmarca, Villa el Salvador 2020 \(ucv.edu.pe\)](https://ucv.edu.pe)
- Alarcón, J., Jiménez, M., & Benítez, R. (2020). Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso. *Revista ingeniería de construcción*, 35(1), 5-20. [Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso \(scielo.cl\)](https://scielo.cl)
- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. [Diseño y metodología de la investigación | Repositorio CONCYTEC](#)
- Espinoza Eusebio, T. D., & Honores Tantalean, G. F. (2018). Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3349>
- Ferreira, S., Paiva, D., Morais, O., Viana, B. (2018). Avaliação da expansão de um solo do município de Paulista-PE melhorado com cal. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 22. <https://www.scielo.br/j/rmat/a/4RQ7hQS7yhw4jjkTB4mzL5k/?lang=pt>
- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65000949/metodologia_de_la_investigacion_las_ruta-with-cover-page-

Huamán Mejía, K. P., & Troncos Abendaño, M. Á. (2021). Influencia de la adición de concha de abanico en el afirmado proveniente de la cantera la obrilla para estabilización de subbase de pavimentos, castilla, Piura. [Universidad Privada Antenor Orrego: Influencia de la adición de concha de abanico en el afirmado proveniente de la cantera la obrilla para estabilización de subbase de pavimentos, castilla, Piura. \(upao.edu.pe\)](https://upao.edu.pe)

López Curay, O. M., Zapata Fassio, J. C. (2020). Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2021. [Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante. Piura. 2021 \(ucv.edu.pe\)](https://ucv.edu.pe)

López Sumarriva, J. J., & Ortíz Pinares, G. (2018). Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay. <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/152/1/Tesis-Estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20arcillosos%20con%20cal.pdf>

Miller, L. (2020). Acidez: muestreo del suelo e incorporación de cal en revisión. [Acidez – muestreo del suelo e incorporación de cal en revisión - GRDC](https://grdc.org.au)

Mo, K. H., Alengaram, U. J., Jumaat, M. Z., Lee, S. C., Goh, W. I., & Yuen, C. W. (2018). Recycling of seashell waste in concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 162, 751-764. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817324042>

- Nigitha, D., & Prabhanjan, N. (2022). Efficiency of cement and lime in stabilizing the black cotton soil. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.07.286>
- Nizama Lazo, D. R. (2015). Valoración de residuos crustáceos para concretos de baja resistencia. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2194>
- Noriega Armas , Y. V. ., Vives Arroyo , J. A. ., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Uso de estabilizadores de suelo: Una revisión del impacto al corte y asentamiento . *Avances Investigación En Ingeniería*, 19(1). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6856>
- Ortega, O. (2018). Enfoques de investigación. https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf
- Peralta Abanto, P. D., & Velasquez Velasquez, H. A. (2020). Estabilización del suelo con adición de concha de abanico en la subrasante del tramo Chimbote–Tangay-Áncash 2020.
- Pérez Panduro, L., & Rubio Araujo, K. Y. (2022). mejoramiento de afirmado con adición de cal estructural en el camino vecinal sm 107 Alfonso Ugarte, Nuevo aAianza–Nuevo Piura–sector Contamana–Picota–San Martín.
- Poncelet, N., & François, B. (2022). Effect of laboratory compaction mode, density and suction on the tensile strength of a lime-treated silty soil. *Transportation Geotechnics*, 34(100763), 100763. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2022.100763>
- Quezada Osoria, S. E. (2017). *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación*.

- Ramírez Malla, J. C. (2020). Estabilización de suelos blandos con adición de valvas de conchas de abanico en la subrasante de la Av. Carapongo–Lurigancho–Chosica 2020.
- Rao, D. K., & Vineela, S. (2018). Un estudio de laboratorio sobre el rendimiento del suelo expansivo subgrado tratado con polvo de concha marina y cloruro férrico. *Revista Internacional de Innovación Técnica en Ingeniería y Ciencia Modernas*, 4(8), 1040–1045. Recuperado de <https://www.ijtimes.com/IJTIMES/index.php/ijtimes/article/view/1169>
- Ruslan, H. N., Muthusamy, K., Ariffin, N. F., Abdul Wahab, M. M., & Mohamad, N. (2022). Effect of crushed cockle shell as partial fine aggregate replacement on workability and strength of lightweight concrete. *Materials Today: Proceedings*, 48, 1826–1830. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.140>
- Silva U<<rrego, Yimmy Fernando, Rojas, Juan Ernesto, Gamboa, Jeffry Alexander, Gordillo, Marisol, & Delvasto, Silvio. (2019). Optimización de la resistencia a compresión usando un diseño de mezcla de vértices extremos, en concretos ternarios basados en residuo de mampostería y cal hidratada. *Revista EIA*, 16(31), 99-113. <https://doi.org/10.24050/reia.v16i31.1177>
- Singh Randhawa, K., Chauhan, R., & Kumar, R. (2022). An investigation on the effect of lime addition on UCS of Indian black cotton soil. *Materials Today: Proceedings*, 50, 797–803. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.586>
- Torres, R. H. (2019). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- Usedo Vallés, R. M. (2016). Estudio y análisis de la utilización de la cal para el patrimonio arquitectónico. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/60200/Memoria.pdf>

- Varhen, C., Carrillo, S., Ruiz, G. Experimental investigation of Peruvian scallop used as fine aggregate in concrete. *Construction and Building Materials* [en línea]. Abril 2017, N° 136. [Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2018]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817300922>
- Villarrial, R., Farfán, M. (2021). Structural concrete modified with fan seashell lime. *Revista ingeniería de construcción*, 36(3), 380-388. <https://dx.doi.org/10.7764/ric.00010.21>
- Yang, M., Han, B., Su, P.-B., Wei, Z.-H., Zhang, Q., Zhang, Q.-C., & Lu, T. J. (2019). Axial crushing of ultralight all-metallic truncated conical sandwich shells with corrugated cores. *Thin-Walled Structures*, 140, 318–330. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2019.03.048>

Anexos

Matriz de consistencia:

Efectos de incorporar mezcla de Cal y concha de abanico, para estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022

Problema general	Objetivo general	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
¿De qué manera la incorporación de una mezcla de cal y concha de abanico, influye en la estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022?	Determinar la influencia de incorporar una mezcla de Cal y concha de abanico, en la estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022	La incorporación de una mezcla cal y concha de abanico mejora la estabilización de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.	<u>Variable Independiente:</u> Mezcla de Cal y triturado de concha.	Dosificación	Porcentaje de muestra de suelo	Equipo de medición de pesos (balanza)
Problemas específicos	Objetivos específicos					
¿Cuál es la capacidad de soporte del suelo existente en el km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.?	Determinar la capacidad de soporte del suelo existente en el km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.	La capacidad de soporte del suelo existente en el km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.		Compactación y Resistencia	Limites Optimo contenido de humedad Capacidad de soporte	Equipos de laboratorio (tamizado, ensayos Proctor, CBR)
¿Qué porcentaje de mezcla de Cal y concha de abanico que mejorara la capacidad de soporte del suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022?	Determinar el porcentaje de mezcla de Cal y concha de abanico que mejorara la capacidad de soporte del suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.	El porcentaje de mezcla de Cal y concha de abanico que mejorara la capacidad de soporte del suelo en km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022.	<u>Variable Dependiente:</u> Estabilización de suelo		Dosificación	Limites
¿De qué manera la incorporación de una mezcla de Cal y triturado de concha, influye en la Capacidad de Soporte de suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo, Chulucanas, 2022?	Determinar de qué manera la incorporación de una mezcla de Cal y concha de abanico, influye la capacidad de Soporte del suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo	De qué manera la incorporación de una mezcla de Cal y concha de abanico, influye la capacidad de Soporte del suelo, km +120-Carretera Yapatera- Panecillo		Resistencia	Capacidad de soporte	Equipo para ensayo de Corte Directo Equipo para el ensayo CBR

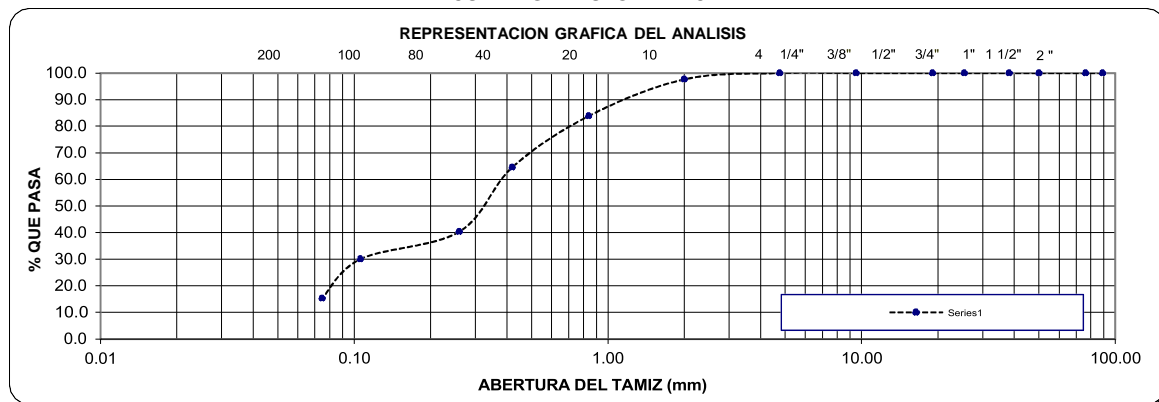
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	26-May-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CONCHA DE ABANICO TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	BUENO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	2.37
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	91.48
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	6.15
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	698.6
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	NP
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	NP
Nº 4	4.76	16.5	2.4	2.4	97.6	I.P.	NP
Nº 10	2.00	96.3	13.8	16.1	83.9	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	134.6	19.3	35.4	64.6	SUCS	SP-SM
Nº 40	0.420	169.3	24.2	59.6	40.4	AASHTO	A-1-b (0)
Nº 60	0.26	71.8	10.3	69.9	30.1	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	102.6	14.7	84.6	15.4	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	64.5	9.2	93.9	6.1	PESO HUMEDO	700.03
TOTAL		655.6				PESO SECO	698.6
PERDIDA	<200	43.0	6.1	100.0	0.0	% HUMEDAD	0.21
PESO INICIAL		698.59				Concha de abanico triturada (clasificacion SUCS: Arena mal gradada con limo)	

CURVA GRANULOMETRICA




GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACION DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAUL JORGE MARTIN
MUESTRA:	CONCHA DE ABANICO TRITURADA
FECHA:	26-May-23

LIMITE LIQUIDO

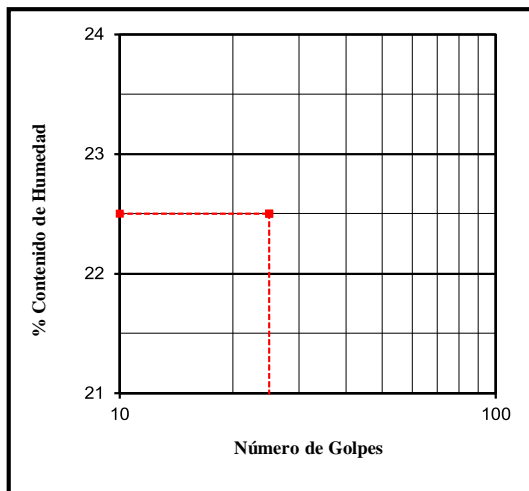
NORMA TECNICA ASTM D423-66

NP

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

NP



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : NP
L.P. : NP
I.P. : NP

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 01 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

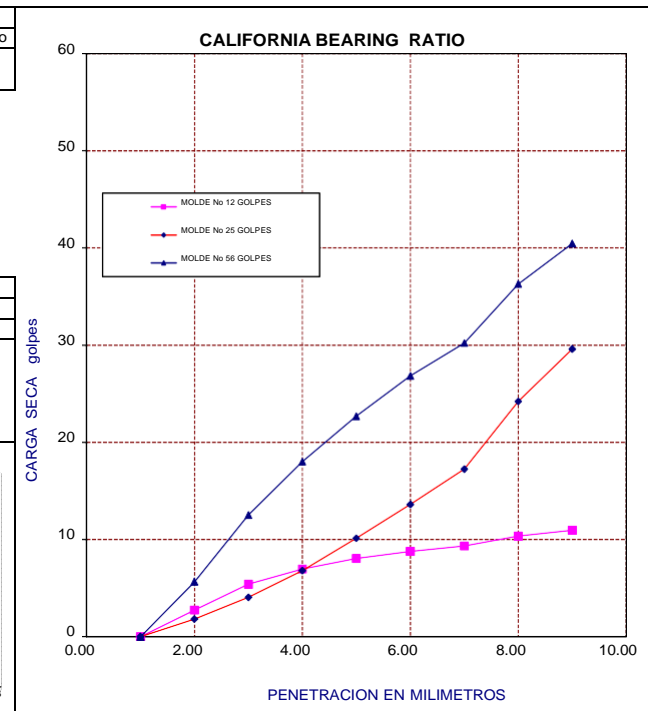
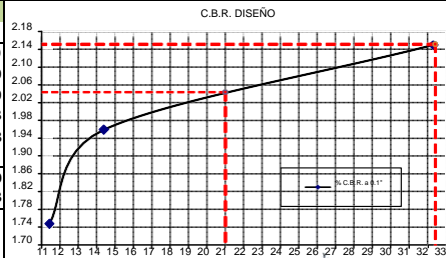
FECHA : 21-Jun-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	54.04	2.75		35.69	1.82		111.15	5.66	
1.270	106.05	5.40		79.54	4.05		245.75	12.52	
1.905	136.64	6.96		133.58	6.80		353.84	18.03	
2.540	158.05	8.05	11.45	198.84	10.13	14.41	445.61	22.70	32.29
3.175	172.33	8.78		267.16	13.61		527.18	26.86	
3.810	183.55	9.35		338.54	17.25		593.47	30.23	
5.080	202.92	10.34	9.80	475.18	24.21	22.95	712.77	36.31	34.43
7.620	215.16	10.96		581.23	29.61		794.35	40.47	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	10.33	10.27	10.59
Peso del molde (gr)	8,550.00	8,431.00	8,381.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,596.00	12,960.00	13,290.00
Volumen del molde (cm3)	2,099.38	2,097.46	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	1.93	2.16	2.38
Densidad seca (gr/cm3)	1.75	1.96	2.148
% C.B.R. a 0.1"	11.45	14.41	32.29
% C.B.R. a 0.2"	9.80	22.95	34.43
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	21.00 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	32.39 %		
Densidad seca al 95 %	2.04 (gr/cm ³)		



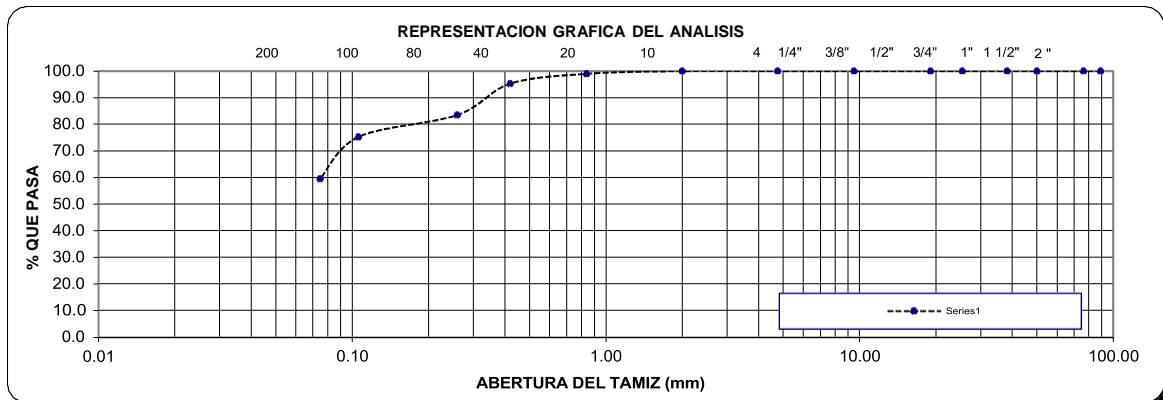
GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLATORO RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	21-Jun-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 01 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	51.12
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	48.88
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	690.9
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	20
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	17
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	3
Nº 10	2.00	7.1	1.0	1.0	99.0	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	25.4	3.7	4.7	95.3	SUCS	SM
Nº 40	0.420	81.5	11.8	16.5	83.5	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	56.8	8.2	24.7	75.3	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	108.8	15.7	40.5	59.5	Humedad Natural PESO HUMEDO 700.15 PESO SECO 690.9 % HUMEDAD 1.35 Arena limosa, color gris oscuro	
Nº 200	0.075	73.6	10.7	51.1	48.9		
TOTAL		353.2					
PERDIDA	<200	337.7	48.9	100.0	0.0		
PESO INICIAL		690.85					

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA :	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	FECHA 21-Jun-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

 $K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM	3	0.000036	0.03	BAJO



GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTÓPHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 01 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	21-Jun-23

LIMITE LIQUIDO

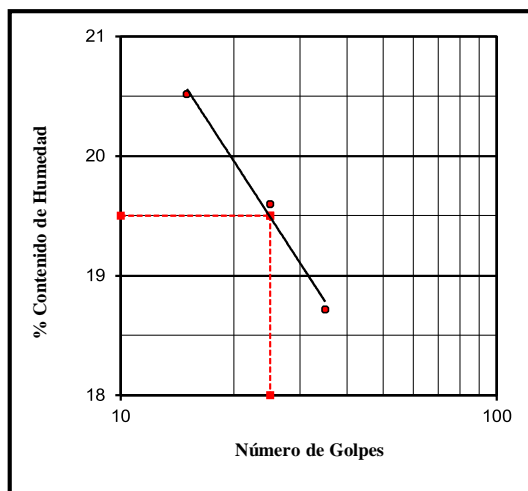
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	20.1	20.3	23.6	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	44.78	48.23	49.87	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	40.57	43.65	45.73	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.21	4.58	4.14	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	20.52	23.37	22.12	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %	20.52	19.60	18.72	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	18.48	20.09			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	25.15	25.90			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	24.18	25.08			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.97	0.82			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	5.70	4.99			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.02	16.43			
	Promedio de Limite Plástico :	16.73				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 20
L.P. : 17
I.P. : 3

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

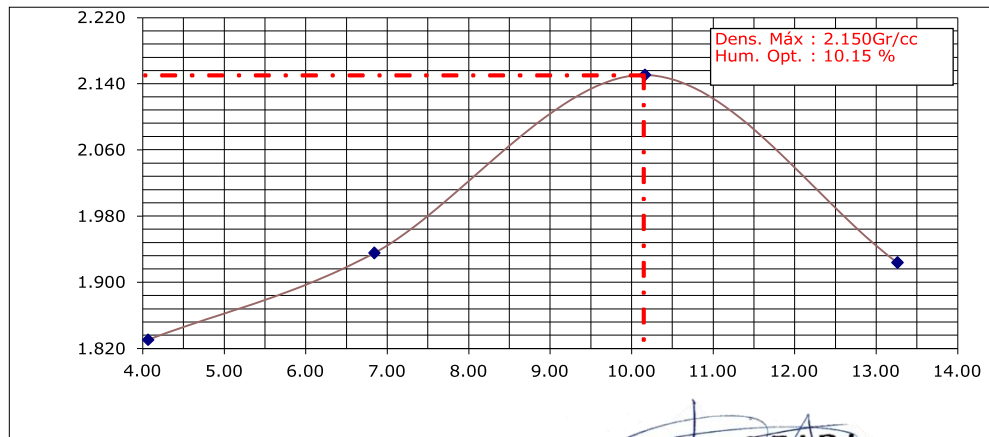
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 01 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 21-Jun-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6010	6161	6441	6264
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1768	1919	2199	2022
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.905	2.067	2.369	2.178
Porcentaje de Humedad	4.07	6.84	10.17	13.26
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.830	1.935	2.151	1.923

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	324.3	292.9	352.2	303.6
Peso Rep. + Suelo Seco	311.6	274.1	319.7	268.0
Agua	12.7	18.8	32.5	35.6
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	311.6	274.09	319.7	268.04
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.07	6.84	10.17	13.26




GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTÓPHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993



**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 01 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

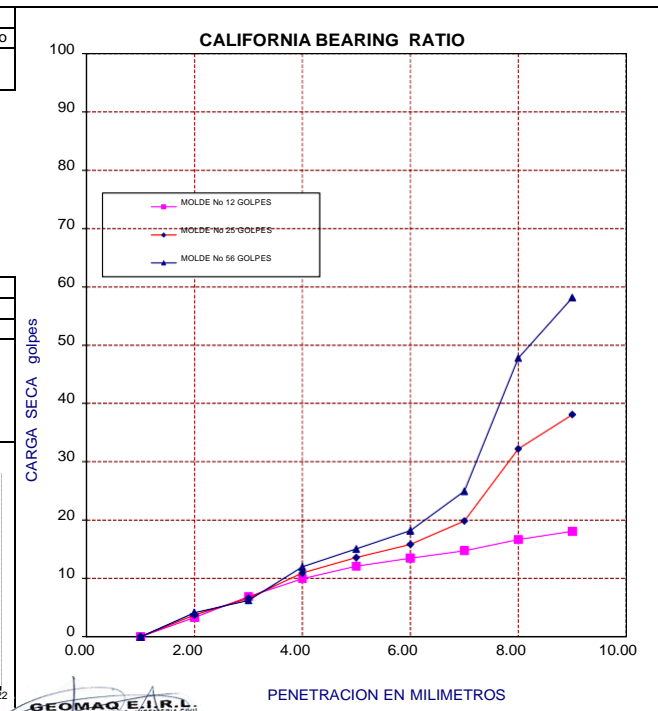
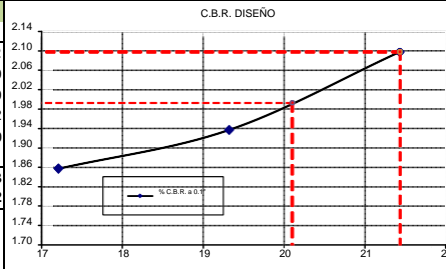
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm ²	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	65.26	3.32		73.42	3.74		81.58	4.16	
1.270	135.62	6.91		128.99	6.57		122.36	6.23	
1.905	195.78	9.97		215.16	10.96		234.53	11.95	
2.540	237.59	12.10	17.21	266.65	13.58	19.32	295.71	15.06	21.43
3.175	265.12	13.51		311.01	15.84		356.90	18.18	
3.810	289.59	14.75		389.53	19.84		489.46	24.93	
5.080	327.32	16.67	15.81	632.72	32.23	30.56	938.12	47.79	45.32
7.620	354.86	18.08		748.46	38.13		1142.06	58.18	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	9.80	9.85	9.52
Peso del molde (gr)	8,366.00	8,001.00	7,865.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,574.00	12,474.00	12,715.00
Volumen del molde (cm ³)	2,064.66	2,103.55	2,112.72
Densidad hum. (gr/cm ³)	2.04	2.13	2.30
Densidad seca (gr/cm ³)	1.86	1.94	2.096
% C.B.R. a 0.1"	17.21	19.32	21.43
% C.B.R. a 0.2"	15.81	30.56	45.32
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	20.10 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	21.43 %		
Densidad seca al 95 %	1.99 (gr/cm ³)		



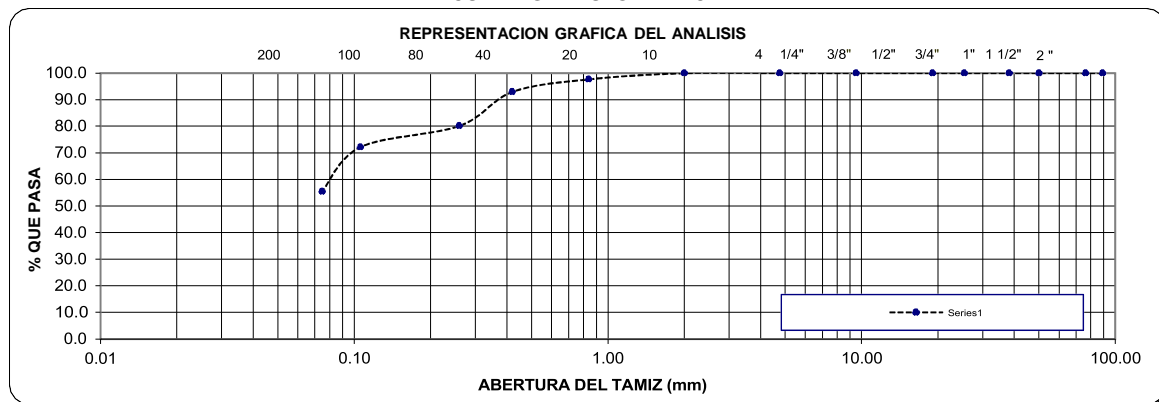
GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZO RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 2579953

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:		EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022					
SOLICITA:		MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN				FECHA: 26-May-23	
MUESTRA:		CALICATA 01 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA					
TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	BUENO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.05
31/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	53.55
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	46.40
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	611.6
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	20
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	17
Nº 4	4.76	0.3	0.1	0.1	99.9	I.P.	3
Nº 10	2.00	14.2	2.3	2.4	97.6	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	28.8	4.7	7.1	92.9	SUCS	SM
Nº 40	0.420	78.2	12.8	19.9	80.1	AASHTO	A-4 (2)
Nº 60	0.26	48.5	7.9	27.8	72.2	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	102.0	16.7	44.5	55.5	Humedad Natural PESO HUMEDO 623.95 PESO SECO 611.6 % HUMEDAD 2.03 Arena limosa, color gris oscuro	
Nº 200	0.075	55.7	9.1	53.6	46.4		
TOTAL		327.8					
PERDIDA	<200	283.7	46.4	100.0	0.0		
PESO INICIAL		611.56					

CURVA GRANULOMETRICA




GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA :	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	FECHA 26-May-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM	3	0.000036	0.04	BAJO


GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 01 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	26-May-23

LIMITE LIQUIDO

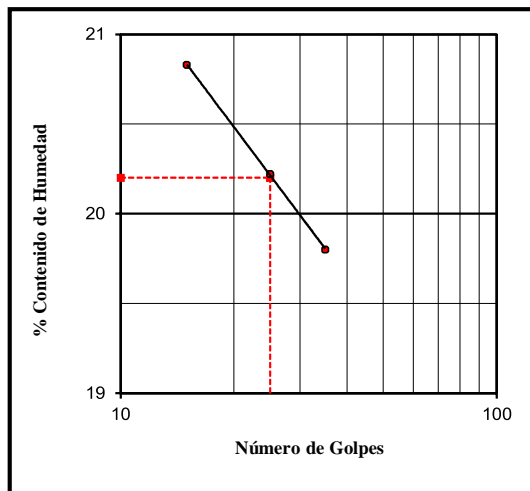
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	20.3	20.0	18.4	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	46.23	41.76	41.25	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	41.76	38.10	37.48	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.47	3.66	3.77	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	21.46	18.10	19.04	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %	20.83	20.22	19.80	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	24.14	18.43			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	31.81	27.45			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	30.71	26.14			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.10	1.31			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	6.57	7.71			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	16.74	16.99			
	Promedio de Limite Plástico :	16.87				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 20
L.P. : 17
I.P. : 3

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

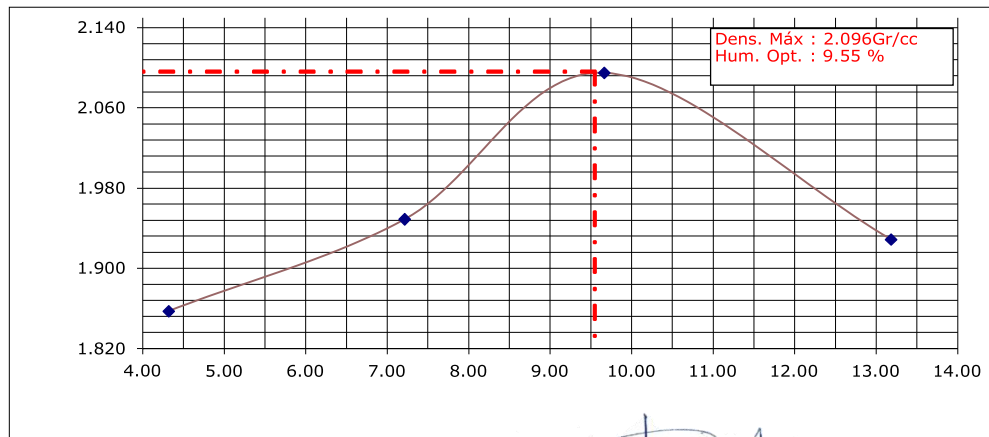
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA CALICATA 01 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN 26-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6040	6181	6374	6268
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1798	1939	2132	2026
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.937	2.089	2.297	2.183
Porcentaje de Humedad	4.32	7.22	9.66	13.18
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.857	1.948	2.095	1.928

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	383.3	322.6	390.2	340.9
Peso Rep. + Suelo Seco	367.4	300.9	355.8	301.2
Agua	15.9	21.7	34.4	39.7
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	367.4	300.89	355.8	301.18
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.32	7.22	9.66	13.18




GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTÓPHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 01 2% DE CAL + 15% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

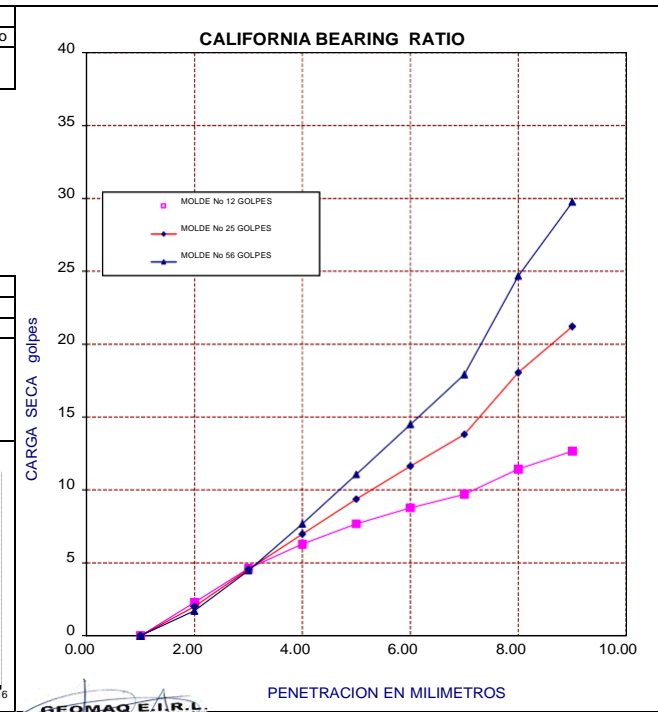
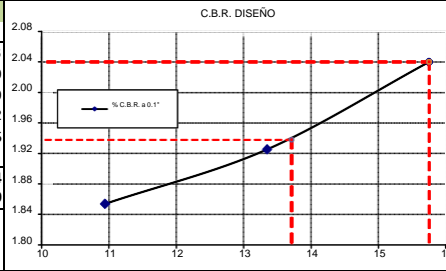
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	44.87	2.29		39.26	2.00		33.65	1.71	
1.270	90.75	4.62		89.22	4.55		87.69	4.47	
1.905	123.38	6.29		137.15	6.99		150.92	7.69	
2.540	150.92	7.69	10.93	184.06	9.38	13.34	217.20	11.06	15.74
3.175	172.33	8.78		228.41	11.64		284.50	14.49	
3.810	190.68	9.71		271.24	13.82		351.80	17.92	
5.080	224.33	11.43	10.84	354.35	18.05	17.12	484.36	24.67	23.40
7.620	248.81	12.67		416.55	21.22		584.29	29.77	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	10.84	10.49	10.36
Peso del molde (gr)	7,592.00	8,001.00	7,711.00
P. molde + suelo hum. (gr)	11,833.00	12,474.00	12,465.00
Volumen del molde (cm3)	2,064.66	2,103.55	2,112.72
Densidad hum. (gr/cm3)	2.05	2.13	2.25
Densidad seca (gr/cm3)	1.85	1.92	2.039
% C.B.R. a 0.1"	10.93	13.34	15.74
% C.B.R. a 0.2"	10.84	17.12	23.40
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	13.70 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	15.74 %		
Densidad seca al 95 %	1.94 (gr/cm ³)		



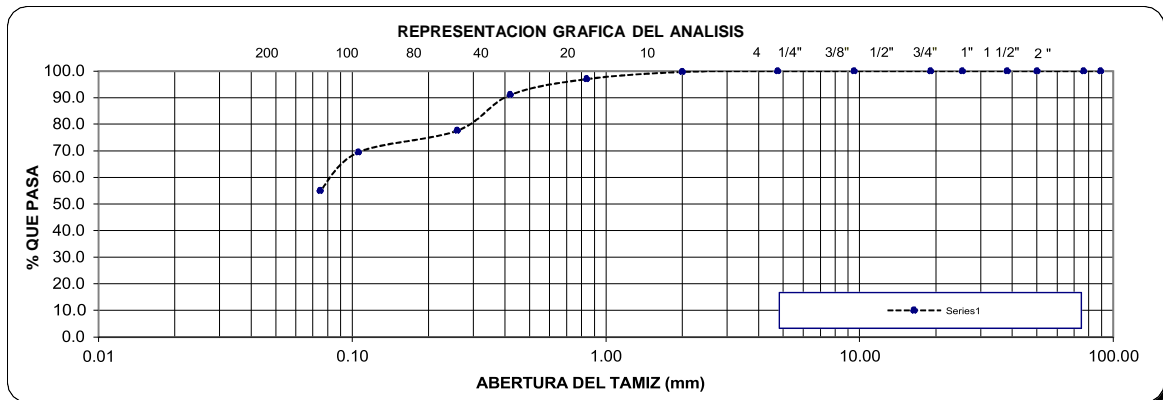
GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLALBA RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257963

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	26-May-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 01 2% DE CAL + 15% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
						AASHTO	BUENO		
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.33		
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	54.45		
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	45.22		
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00		
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0				
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	659.2		
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	19		
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	17		
Nº 4	4.76	2.2	0.3	0.3	99.7	I.P.	2		
Nº 10	2.00	17.8	2.7	3.0	97.0	CLASIFICACION:			
Nº 20	0.840	39.1	5.9	9.0	91.0	SUCS	SM		
Nº 40	0.420	88.6	13.4	22.4	77.6	AASHTO	A-4 (2)		
Nº 60	0.26	53.5	8.1	30.5	69.5	DESCRIPCION DE MUESTRA			
Nº 140	0.106	95.5	14.5	45.0	55.0	Humedad Natural	Arena limosa, color gris oscuro		
Nº 200	0.075	64.5	9.8	54.8	45.2			PESO HUMEDO	668.24
TOTAL		361.1						PESO SECO	659.2
PERDIDA	<200	298.1	45.2	100.0	0.0	% HUMEDAD	1.37		
PESO INICIAL		659.20							

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA :	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	FECHA 26-May-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM	2	0.000036	0.01	BAJO



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 01 2% DE CAL + 15% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	26-May-23

LIMITE LIQUIDO

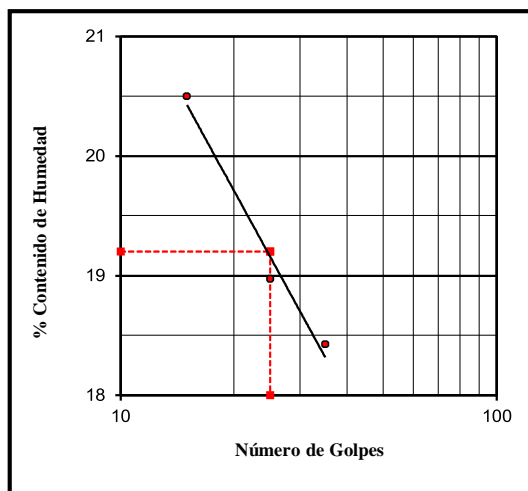
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	26.2	28.2	27.9	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	51.26	48.13	53.50	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	46.99	44.95	49.52	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.27	3.18	3.98	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	20.83	16.76	21.60	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %	20.50	18.97	18.43	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	27.63	23.68			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	35.71	30.84			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	34.54	29.78			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.17	1.06			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	6.91	6.10			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	16.93	17.38			
	Promedio de Limite Plástico :	17.15				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 19
L.P. : 17
I.P. : 2

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

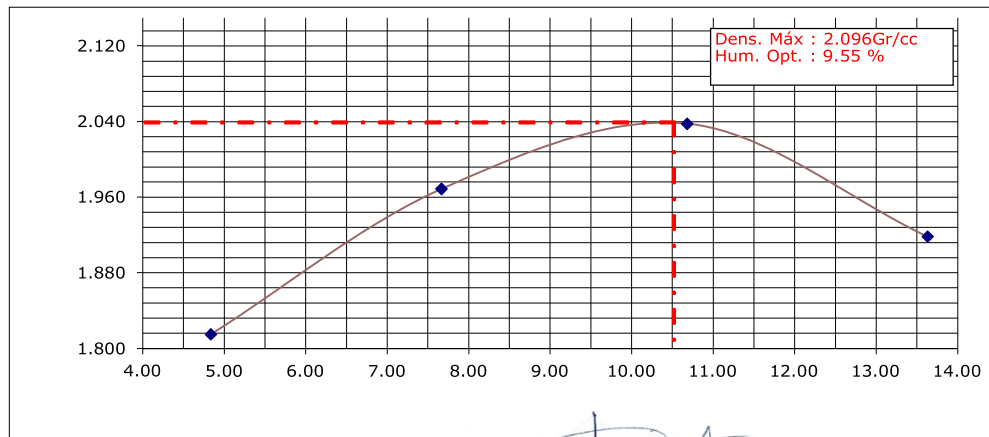
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA CALICATA 01 2% DE CAL + 15% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN 26-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6008	6209	6335	6265
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1766	1967	2093	2023
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.903	2.119	2.255	2.180
Porcentaje de Humedad	4.84	7.67	10.68	13.63
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.815	1.968	2.037	1.918

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	482.4	356.8	368.3	386.1
Peso Rep. + Suelo Seco	460.2	331.4	332.7	339.8
Agua	22.3	25.4	35.5	46.3
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	460.2	331.4	332.7	339.788
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.84	7.67	10.68	13.63




GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

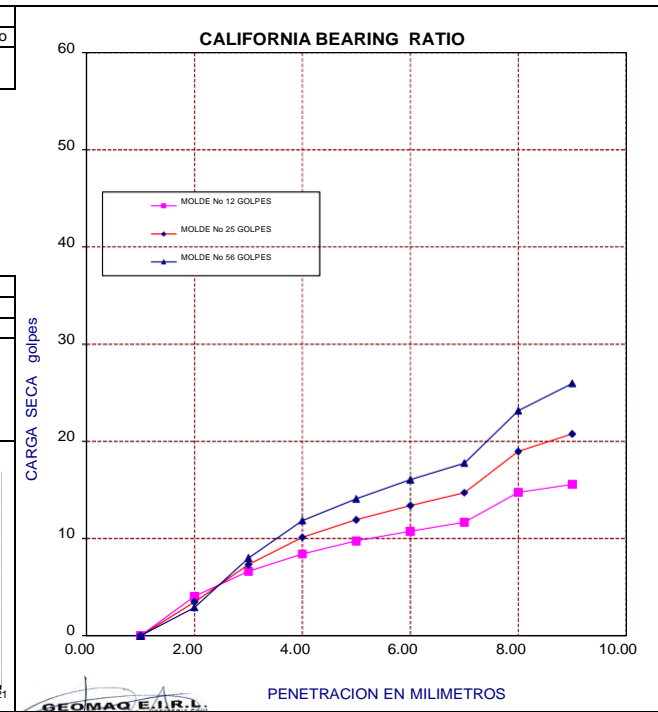
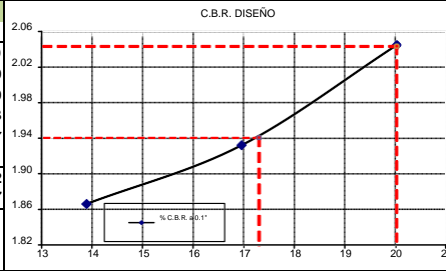
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	79.54	4.05		68.32	3.48		57.10	2.91	
1.270	130.52	6.65		143.78	7.32		157.03	8.00	
1.905	165.19	8.42		198.84	10.13		232.49	11.84	
2.540	191.70	9.77	13.89	234.02	11.92	16.96	276.34	14.08	20.02
3.175	211.08	10.75		263.08	13.40		315.09	16.05	
3.810	229.43	11.69		289.08	14.73		348.74	17.77	
5.080	289.59	14.75	13.99	372.19	18.96	17.98	454.79	23.17	21.97
7.620	305.91	15.58		407.88	20.78		509.85	25.97	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.13	11.03	11.09
Peso del molde (gr)	8,034.00	8,420.00	7,707.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,389.00	12,920.00	12,400.00
Volumen del molde (cm3)	2,099.38	2,097.46	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	2.07	2.15	2.27
Densidad seca (gr/cm3)	1.87	1.93	2.044
% C.B.R. a 0.1"	13.89	16.96	20.02
% C.B.R. a 0.2"	13.99	17.98	21.97
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	17.30 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	20.02 %		
Densidad seca al 95 %	1.94 (gr/cm ³)		



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTÓFHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 25793


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

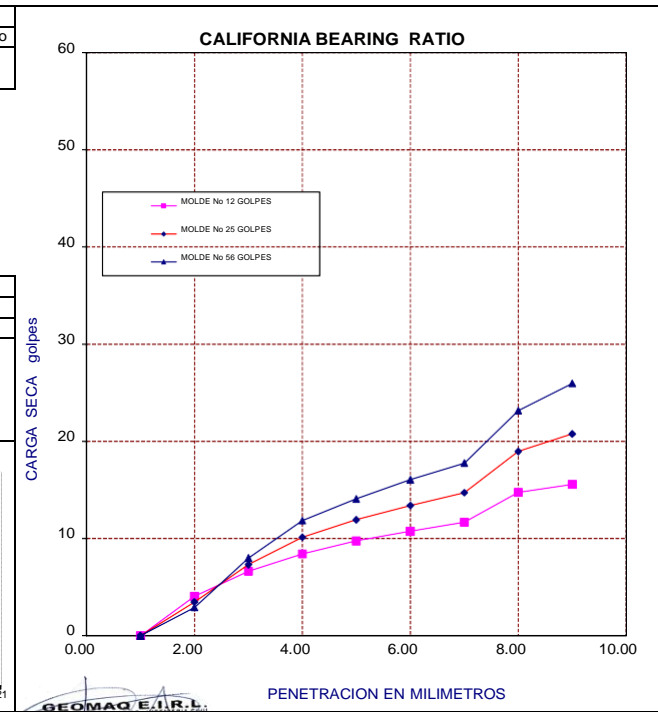
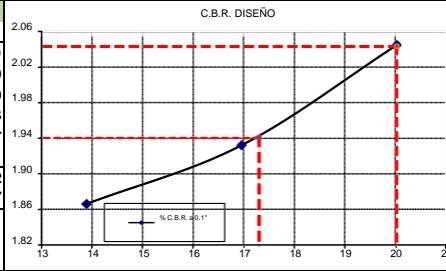
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	79.54	4.05		68.32	3.48		57.10	2.91	
1.270	130.52	6.65		143.78	7.32		157.03	8.00	
1.905	165.19	8.42		198.84	10.13		232.49	11.84	
2.540	191.70	9.77	13.89	234.02	11.92	16.96	276.34	14.08	20.02
3.175	211.08	10.75		263.08	13.40		315.09	16.05	
3.810	229.43	11.69		289.08	14.73		348.74	17.77	
5.080	289.59	14.75	13.99	372.19	18.96	17.98	454.79	23.17	21.97
7.620	305.91	15.58		407.88	20.78		509.85	25.97	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.13	11.03	11.09
Peso del molde (gr)	8,034.00	8,420.00	7,707.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,389.00	12,920.00	12,400.00
Volumen del molde (cm3)	2,099.38	2,097.46	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	2.07	2.15	2.27
Densidad seca (gr/cm3)	1.87	1.93	2.044
% C.B.R. a 0.1"	13.89	16.96	20.02
% C.B.R. a 0.2"	13.99	17.98	21.97
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	17.30 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	20.02 %		
Densidad seca al 95 %	1.94 (gr/cm ³)		



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTÓFHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 25793


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACION DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

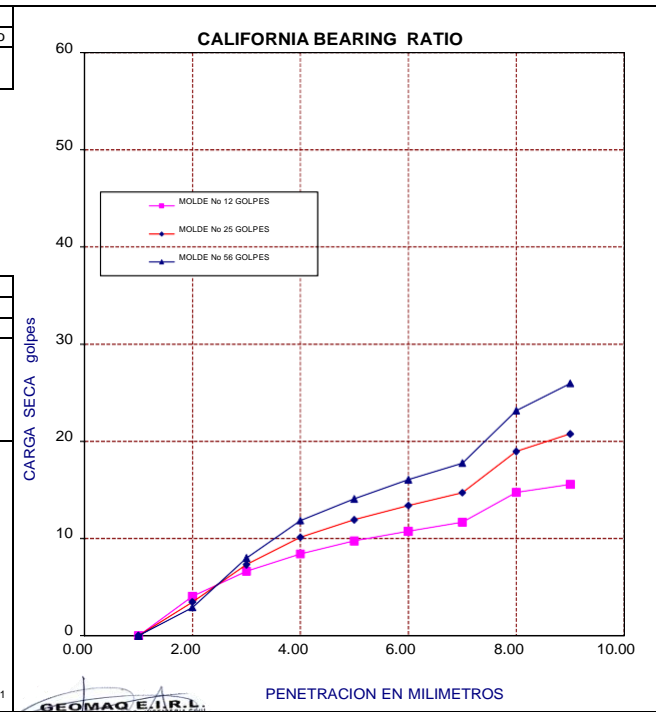
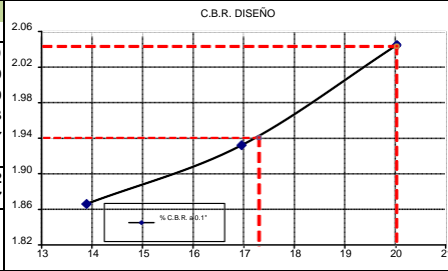
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	79.54	4.05		68.32	3.48		57.10	2.91	
1.270	130.52	6.65		143.78	7.32		157.03	8.00	
1.905	165.19	8.42		198.84	10.13		232.49	11.84	
2.540	191.70	9.77	13.89	234.02	11.92	16.96	276.34	14.08	20.02
3.175	211.08	10.75		263.08	13.40		315.09	16.05	
3.810	229.43	11.69		289.08	14.73		348.74	17.77	
5.080	289.59	14.75	13.99	372.19	18.96	17.98	454.79	23.17	21.97
7.620	305.91	15.58		407.88	20.78		509.85	25.97	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.13	11.03	11.09
Peso del molde (gr)	8,034.00	8,420.00	7,707.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,389.00	12,920.00	12,400.00
Volumen del molde (cm3)	2,099.38	2,097.46	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	2.07	2.15	2.27
Densidad seca (gr/cm3)	1.87	1.93	2.044
% C.B.R. a 0.1"	13.89	16.96	20.02
% C.B.R. a 0.2"	13.99	17.98	21.97
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	17.30		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	20.02		
Densidad seca al 95 %	1.94	(gr/cm ³)	



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 25793


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

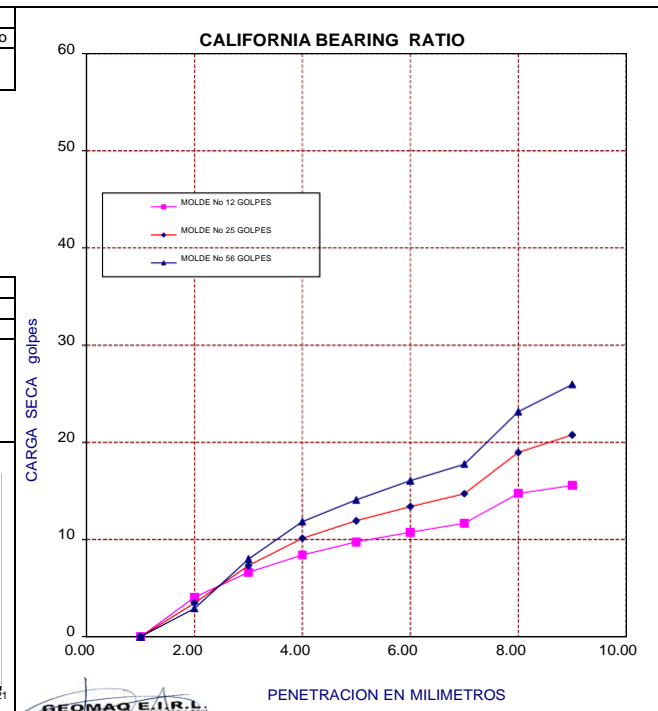
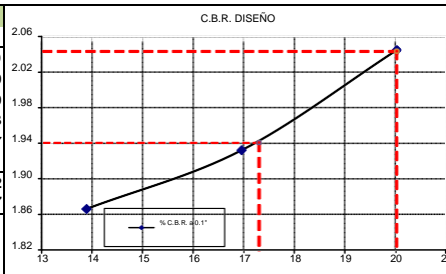
PROYECTO	:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
MUESTRA	:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
SOLICITA	:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO
FECHA	:	26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	79.54	4.05		68.32	3.48		57.10	2.91	
1.270	130.52	6.65		143.78	7.32		157.03	8.00	
1.905	165.19	8.42		198.84	10.13		232.49	11.84	
2.540	191.70	9.77	13.89	234.02	11.92	16.96	276.34	14.08	20.02
3.175	211.08	10.75		263.08	13.40		315.09	16.05	
3.810	229.43	11.69		289.08	14.73		348.74	17.77	
5.080	289.59	14.75	13.99	372.19	18.96	17.98	454.79	23.17	21.97
7.620	305.91	15.58		407.88	20.78		509.85	25.97	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.13	11.03	11.09
Peso del molde (gr)	8,034.00	8,420.00	7,707.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,389.00	12,920.00	12,400.00
Volumen del molde (cm3)	2,099.38	2,097.46	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	2.07	2.15	2.27
Densidad seca (gr/cm3)	1.87	1.93	2.044
% C.B.R. a 0.1"	13.89	16.96	20.02
% C.B.R. a 0.2"	13.99	17.98	21.97
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	17.30	%	
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	20.02	%	
Densidad seca al 95 %	1.94	(gr/cm ³)	



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTÓFHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIPN 257993


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

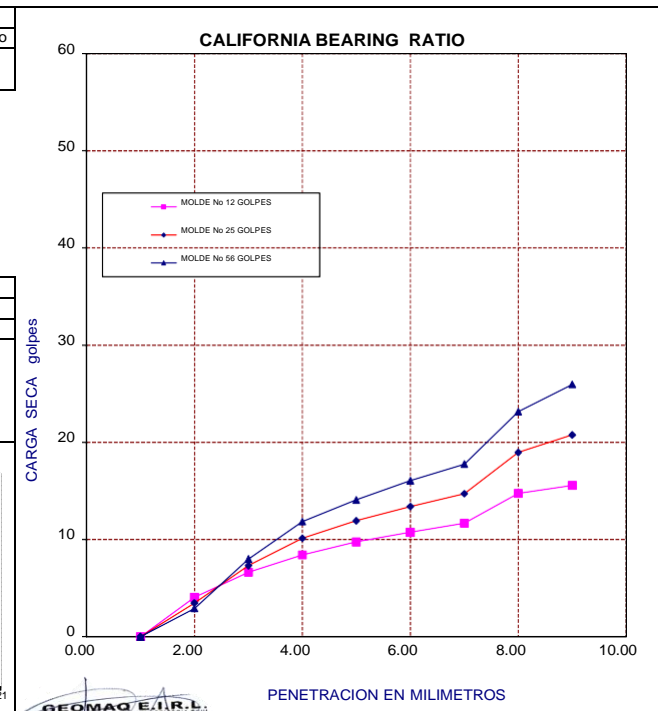
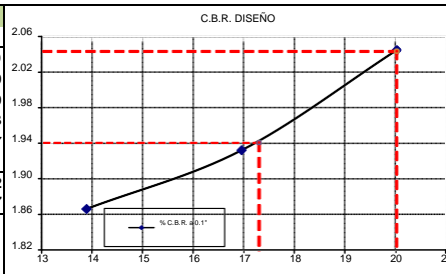
PROYECTO	:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
MUESTRA	:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
SOLICITA	:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO
FECHA	:	26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	79.54	4.05		68.32	3.48		57.10	2.91	
1.270	130.52	6.65		143.78	7.32		157.03	8.00	
1.905	165.19	8.42		198.84	10.13		232.49	11.84	
2.540	191.70	9.77	13.89	234.02	11.92	16.96	276.34	14.08	20.02
3.175	211.08	10.75		263.08	13.40		315.09	16.05	
3.810	229.43	11.69		289.08	14.73		348.74	17.77	
5.080	289.59	14.75	13.99	372.19	18.96	17.98	454.79	23.17	21.97
7.620	305.91	15.58		407.88	20.78		509.85	25.97	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.13	11.03	11.09
Peso del molde (gr)	8,034.00	8,420.00	7,707.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,389.00	12,920.00	12,400.00
Volumen del molde (cm3)	2,099.38	2,097.46	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	2.07	2.15	2.27
Densidad seca (gr/cm3)	1.87	1.93	2.044
% C.B.R. a 0.1"	13.89	16.96	20.02
% C.B.R. a 0.2"	13.99	17.98	21.97
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	17.30 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	20.02 %		
Densidad seca al 95 %	1.94 (gr/cm ³)		



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTÓFHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIPN 257993


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

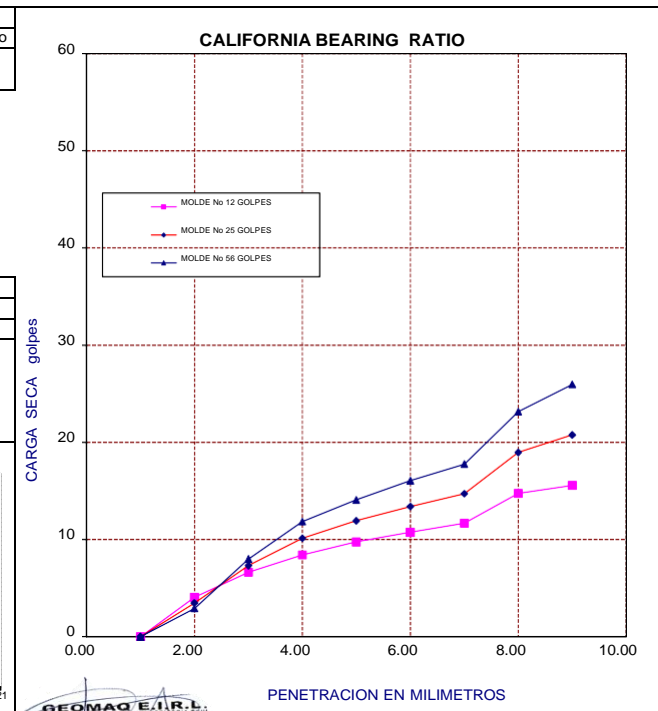
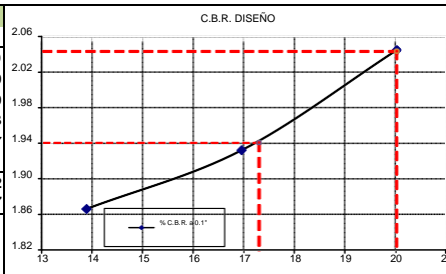
PROYECTO	:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
MUESTRA	:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
SOLICITA	:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO
FECHA	:	26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	79.54	4.05		68.32	3.48		57.10	2.91	
1.270	130.52	6.65		143.78	7.32		157.03	8.00	
1.905	165.19	8.42		198.84	10.13		232.49	11.84	
2.540	191.70	9.77	13.89	234.02	11.92	16.96	276.34	14.08	20.02
3.175	211.08	10.75		263.08	13.40		315.09	16.05	
3.810	229.43	11.69		289.08	14.73		348.74	17.77	
5.080	289.59	14.75	13.99	372.19	18.96	17.98	454.79	23.17	21.97
7.620	305.91	15.58		407.88	20.78		509.85	25.97	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.13	11.03	11.09
Peso del molde (gr)	8,034.00	8,420.00	7,707.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,389.00	12,920.00	12,400.00
Volumen del molde (cm3)	2,099.38	2,097.46	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	2.07	2.15	2.27
Densidad seca (gr/cm3)	1.87	1.93	2.044
% C.B.R. a 0.1"	13.89	16.96	20.02
% C.B.R. a 0.2"	13.99	17.98	21.97
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	17.30 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	20.02 %		
Densidad seca al 95 %	1.94 (gr/cm ³)		



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTÓFHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 25793


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACION DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

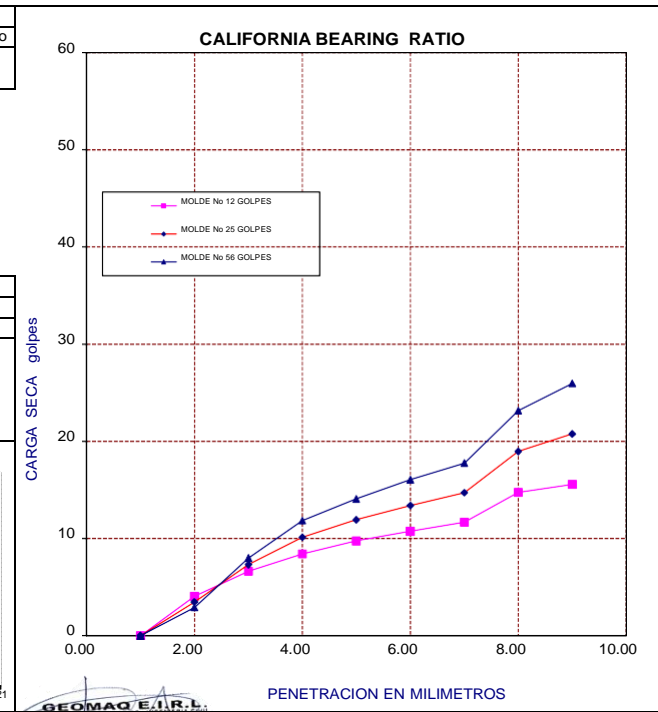
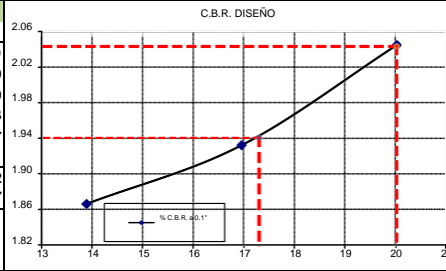
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	79.54	4.05		68.32	3.48		57.10	2.91	
1.270	130.52	6.65		143.78	7.32		157.03	8.00	
1.905	165.19	8.42		198.84	10.13		232.49	11.84	
2.540	191.70	9.77	13.89	234.02	11.92	16.96	276.34	14.08	20.02
3.175	211.08	10.75		263.08	13.40		315.09	16.05	
3.810	229.43	11.69		289.08	14.73		348.74	17.77	
5.080	289.59	14.75	13.99	372.19	18.96	17.98	454.79	23.17	21.97
7.620	305.91	15.58		407.88	20.78		509.85	25.97	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.13	11.03	11.09
Peso del molde (gr)	8,034.00	8,420.00	7,707.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,389.00	12,920.00	12,400.00
Volumen del molde (cm3)	2,099.38	2,097.46	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	2.07	2.15	2.27
Densidad seca (gr/cm3)	1.87	1.93	2.044
% C.B.R. a 0.1"	13.89	16.96	20.02
% C.B.R. a 0.2"	13.99	17.98	21.97
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	17.30		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	20.02		
Densidad seca al 95 %	1.94	(gr/cm ³)	



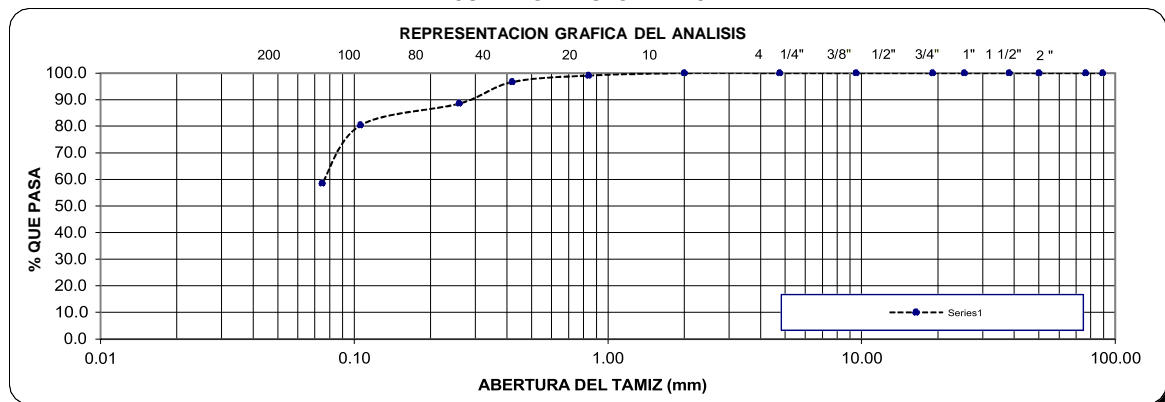
GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIPN 257993

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	26-May-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	51.42
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	48.58
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	617.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	22
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	18
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	4
Nº 10	2.00	5.8	0.9	0.9	99.1	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	15.0	2.4	3.4	96.6	SUCS	SM-SC
Nº 40	0.420	50.0	8.1	11.5	88.5	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	50.2	8.1	19.6	80.4	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	135.0	21.9	41.5	58.5	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	61.3	9.9	51.4	48.6	PESO HUMEDO	632.85
TOTAL		317.3				PESO SECO	617.0
PERDIDA	<200	299.8	48.6	100.0	0.0	% HUMEDAD	2.56
PESO INICIAL		617.04					Arena limo arcillosa, color gris oscuro

CURVA GRANULOMETRICA



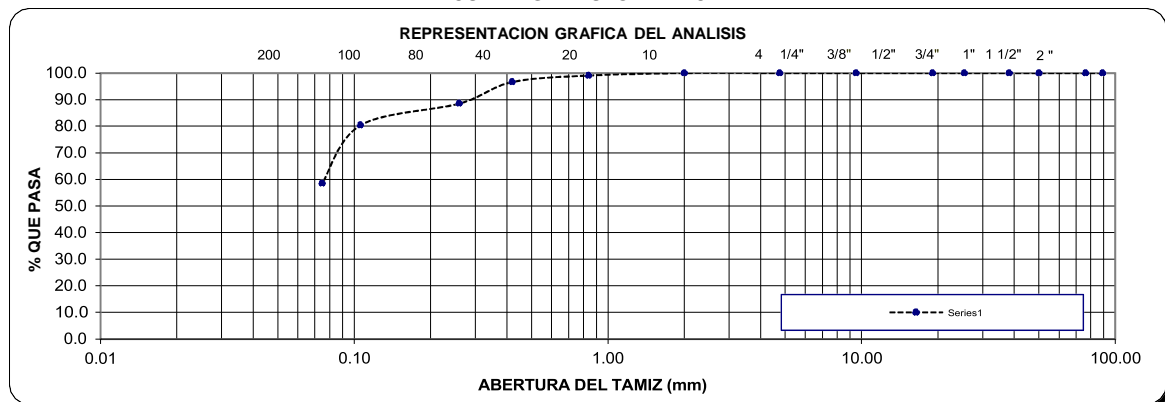
GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	26-May-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	51.42
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	48.58
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	617.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	22
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	18
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	4
Nº 10	2.00	5.8	0.9	0.9	99.1	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	15.0	2.4	3.4	96.6	SUCS	SM-SC
Nº 40	0.420	50.0	8.1	11.5	88.5	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	50.2	8.1	19.6	80.4	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	135.0	21.9	41.5	58.5	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	61.3	9.9	51.4	48.6	PESO HUMEDO	632.85
TOTAL		317.3				PESO SECO	617.0
PERDIDA	<200	299.8	48.6	100.0	0.0	% HUMEDAD	2.56
PESO INICIAL		617.04					Arena limo arcillosa, color gris oscuro

CURVA GRANULOMETRICA



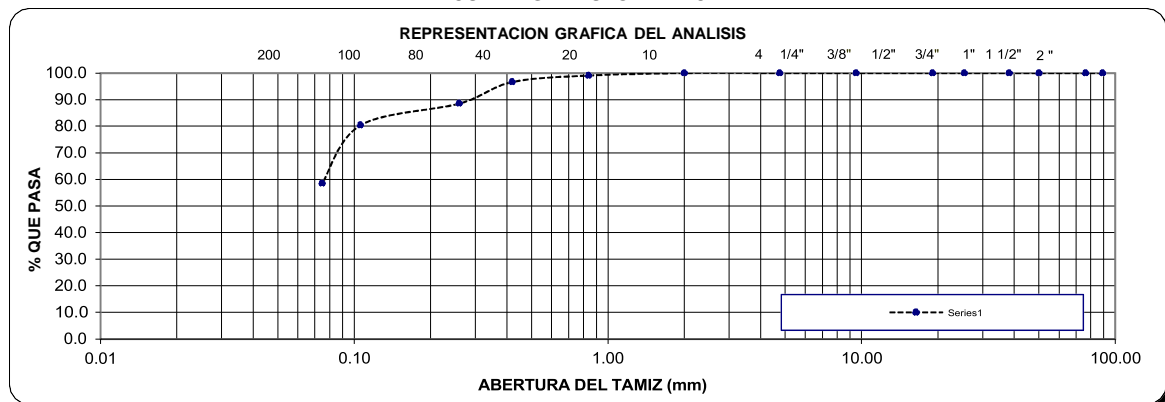
GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO :	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA	26-May-23
SOLICITA :	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA :	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	51.42
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	48.58
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	617.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	22
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	18
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	4
Nº 10	2.00	5.8	0.9	0.9	99.1	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	15.0	2.4	3.4	96.6	SUCS	SM-SC
Nº 40	0.420	50.0	8.1	11.5	88.5	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	50.2	8.1	19.6	80.4	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	135.0	21.9	41.5	58.5	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	61.3	9.9	51.4	48.6	PESO HUMEDO	632.85
TOTAL		317.3				PESO SECO	617.0
PERDIDA	<200	299.8	48.6	100.0	0.0	% HUMEDAD	2.56
PESO INICIAL		617.04					Arena limo arcillosa, color gris oscuro

CURVA GRANULOMETRICA



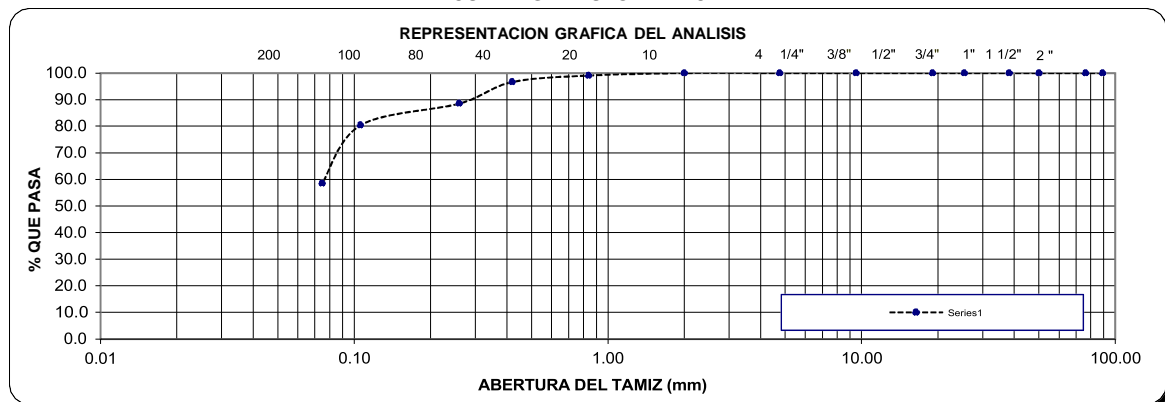
GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	26-May-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	51.42
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	48.58
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	617.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	22
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	18
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	4
Nº 10	2.00	5.8	0.9	0.9	99.1	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	15.0	2.4	3.4	96.6	SUCS	SM-SC
Nº 40	0.420	50.0	8.1	11.5	88.5	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	50.2	8.1	19.6	80.4	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	135.0	21.9	41.5	58.5	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	61.3	9.9	51.4	48.6	PESO HUMEDO	632.85
TOTAL		317.3				PESO SECO	617.0
PERDIDA	<200	299.8	48.6	100.0	0.0	% HUMEDAD	2.56
PESO INICIAL		617.04					Arena limo arcillosa, color gris oscuro

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO	FECHA 26-May-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM-SC	4	0.000036	0.07	BAJO



GEOMAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTÓPHER VILLAZÓN RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO	FECHA 26-May-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM-SC	4	0.000036	0.07	BAJO



GEOMAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTÓPHER VILLAZÓN RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO	FECHA 26-May-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM-SC	4	0.000036	0.07	BAJO



GEOMAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO	FECHA 26-May-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM-SC	4	0.000036	0.07	BAJO



GEOMAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTÓPHER VILLAZÓN RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	26-May-23

LIMITE LIQUIDO

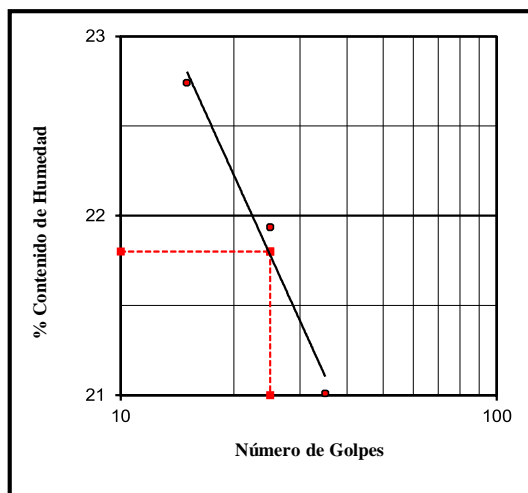
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	21.9	22.0	21.0	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	46.85	40.50	43.30	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	42.22	37.17	39.43	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.63	3.33	3.87	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	20.36	15.18	18.42	
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	22.74	21.94	21.01	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	20.20	18.74			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	26.39	25.49			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	25.46	24.47			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.93	1.02			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	5.26	5.73			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.68	17.80			
	Promedio de Limite Plástico :	17.74				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 22
L.P. : 18
I.P. : 4

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	26-May-23

LIMITE LIQUIDO

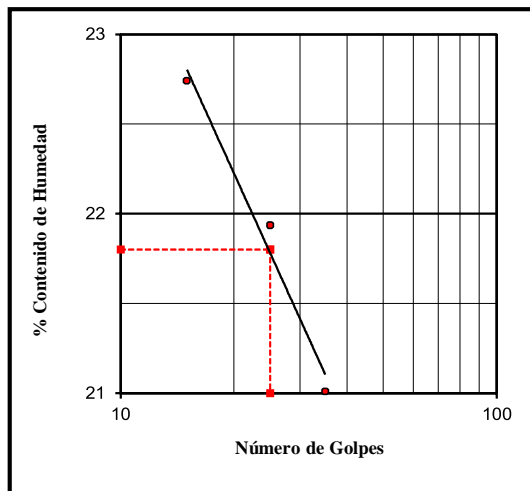
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	21.9	22.0	21.0	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	46.85	40.50	43.30	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	42.22	37.17	39.43	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.63	3.33	3.87	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	20.36	15.18	18.42	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %	22.74	21.94	21.01	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	20.20	18.74			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	26.39	25.49			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	25.46	24.47			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.93	1.02			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	5.26	5.73			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.68	17.80			
Promedio de Limite Plástico :		17.74				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 22
L.P. : 18
I.P. : 4

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	26-May-23

LIMITE LIQUIDO

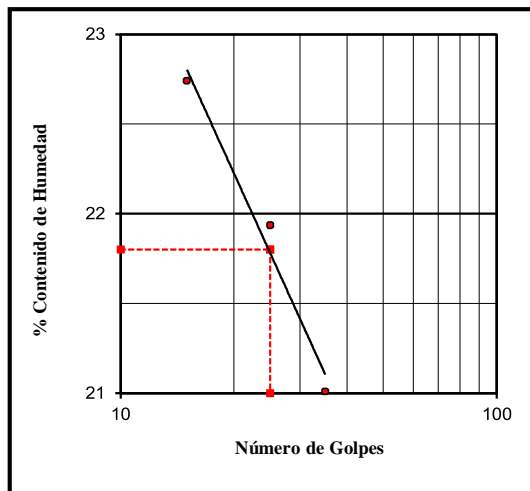
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	21.9	22.0	21.0	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	46.85	40.50	43.30	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	42.22	37.17	39.43	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.63	3.33	3.87	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	20.36	15.18	18.42	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %	22.74	21.94	21.01	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	20.20	18.74			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	26.39	25.49			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	25.46	24.47			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.93	1.02			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	5.26	5.73			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.68	17.80			
	Promedio de Limite Plástico :	17.74				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 22
L.P. : 18
I.P. : 4

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	26-May-23

LIMITE LIQUIDO

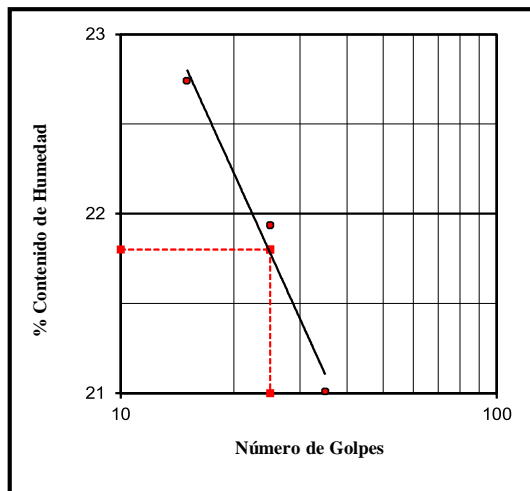
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	21.9	22.0	21.0	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	46.85	40.50	43.30	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	42.22	37.17	39.43	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.63	3.33	3.87	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	20.36	15.18	18.42	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %	22.74	21.94	21.01	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	20.20	18.74			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	26.39	25.49			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	25.46	24.47			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.93	1.02			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	5.26	5.73			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	17.68	17.80			
	Promedio de Limite Plástico :	17.74				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 22
L.P. : 18
I.P. : 4

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

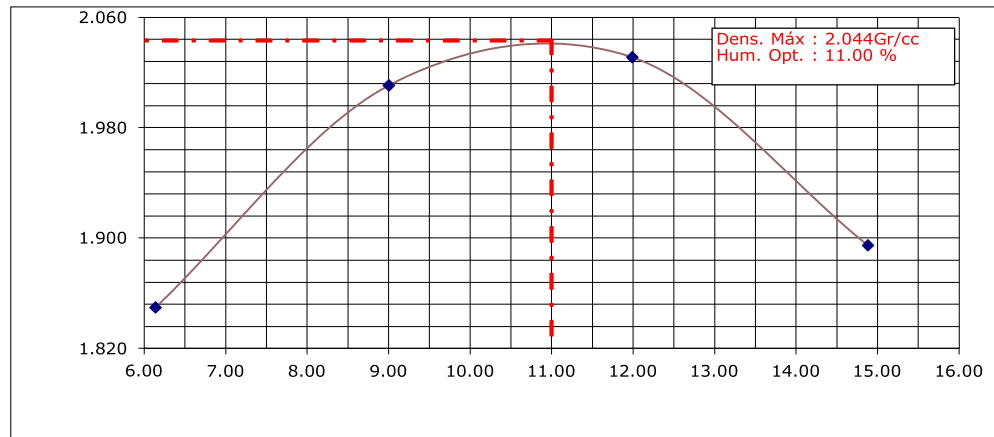
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 26-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6064	6276	6353	6262
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1822	2034	2111	2020
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.963	2.191	2.274	2.176
Porcentaje de Humedad	6.14	9.00	11.99	14.88
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.849	2.010	2.031	1.894

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	388.6	371.6	379.2	344.8
Peso Rep. + Suelo Seco	366.1	340.9	338.6	300.2
Agua	22.5	30.7	40.6	44.7
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	366.1	340.91	338.6	300.15
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.14	9.00	11.99	14.88




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

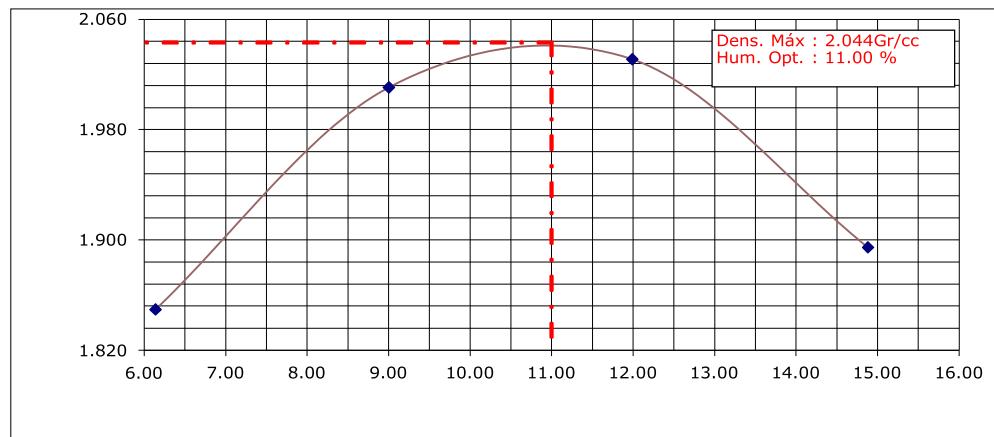
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 26-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6064	6276	6353	6262
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1822	2034	2111	2020
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.963	2.191	2.274	2.176
Porcentaje de Humedad	6.14	9.00	11.99	14.88
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.849	2.010	2.031	1.894

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	388.6	371.6	379.2	344.8
Peso Rep. + Suelo Seco	366.1	340.9	338.6	300.2
Agua	22.5	30.7	40.6	44.7
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	366.1	340.91	338.6	300.15
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.14	9.00	11.99	14.88




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

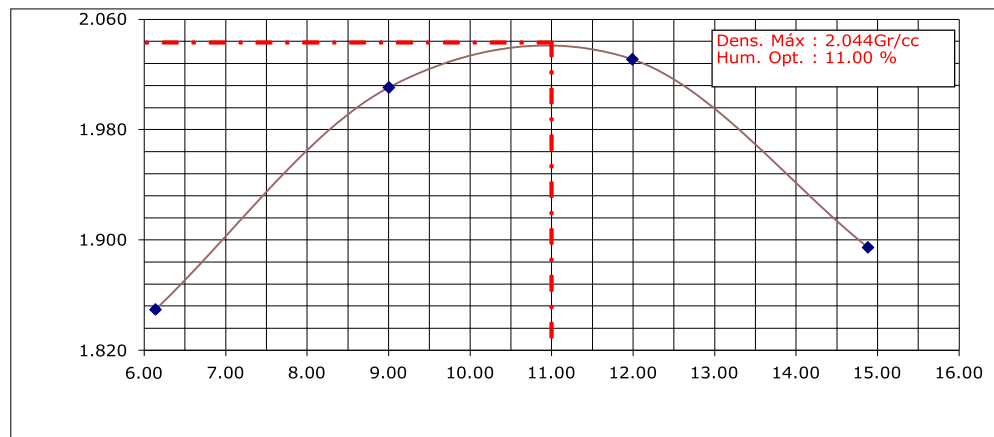
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 26-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6064	6276	6353	6262
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1822	2034	2111	2020
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.963	2.191	2.274	2.176
Porcentaje de Humedad	6.14	9.00	11.99	14.88
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.849	2.010	2.031	1.894

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	388.6	371.6	379.2	344.8
Peso Rep. + Suelo Seco	366.1	340.9	338.6	300.2
Agua	22.5	30.7	40.6	44.7
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	366.1	340.91	338.6	300.15
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.14	9.00	11.99	14.88




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

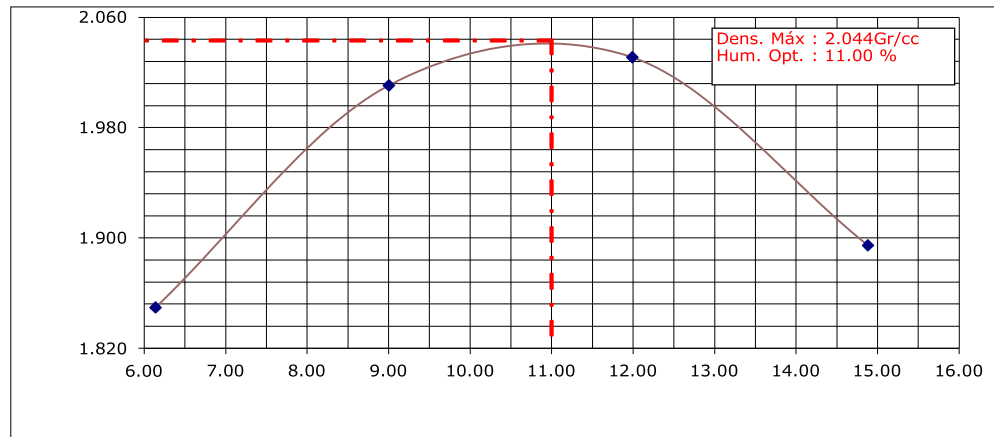
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 02 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 26-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6064	6276	6353	6262
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1822	2034	2111	2020
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.963	2.191	2.274	2.176
Porcentaje de Humedad	6.14	9.00	11.99	14.88
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.849	2.010	2.031	1.894

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	388.6	371.6	379.2	344.8
Peso Rep. + Suelo Seco	366.1	340.9	338.6	300.2
Agua	22.5	30.7	40.6	44.7
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	366.1	340.91	338.6	300.15
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.14	9.00	11.99	14.88




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 02 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

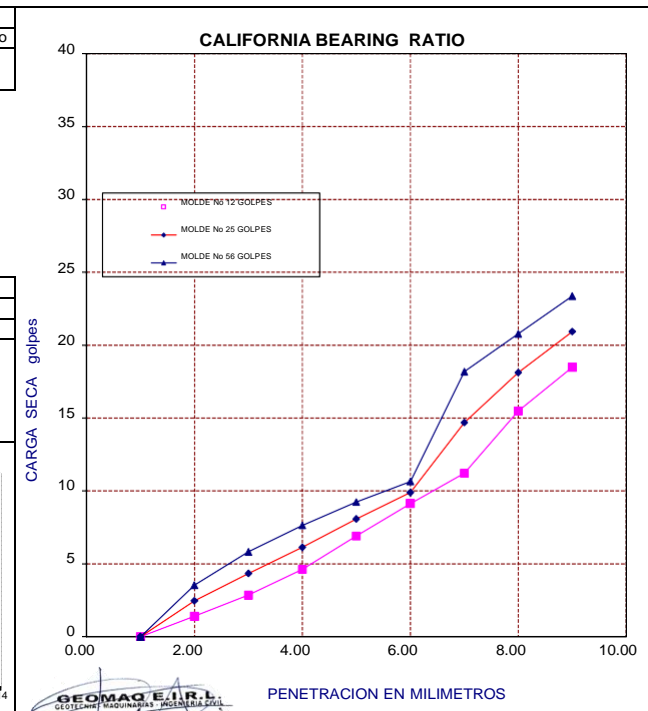
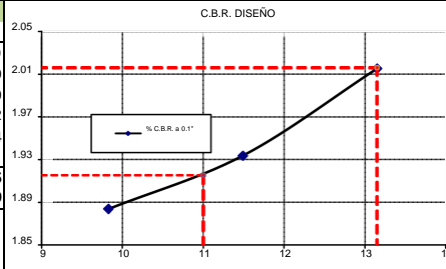
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	27.53	1.40		48.44	2.47		69.34	3.53	
1.270	56.08	2.86		85.14	4.34		114.21	5.82	
1.905	90.75	4.62		120.32	6.13		149.90	7.64	
2.540	135.62	6.91	9.83	158.56	8.08	11.49	181.51	9.25	13.15
3.175	179.47	9.14		194.25	9.90		209.04	10.65	
3.810	220.26	11.22		288.58	14.70		356.90	18.18	
5.080	303.87	15.48	14.68	355.88	18.13	17.19	407.88	20.78	19.70
7.620	363.01	18.49		410.94	20.93		458.87	23.38	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.08	11.10	11.09
Peso del molde (gr)	7,987.00	8,001.00	7,070.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,307.00	12,520.00	11,800.00
Volumen del molde (cm3)	2,064.66	2,103.55	2,112.72
Densidad hum. (gr/cm3)	2.09	2.15	2.24
Densidad seca (gr/cm3)	1.88	1.93	2.015
% C.B.R. a 0.1"	9.83	11.49	13.15
% C.B.R. a 0.2"	14.68	17.19	19.70
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	11.00 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	13.15 %		
Densidad seca al 95 %	1.91 (gr/cm ³)		



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZAN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 E.P. N. 257993



**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 02 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

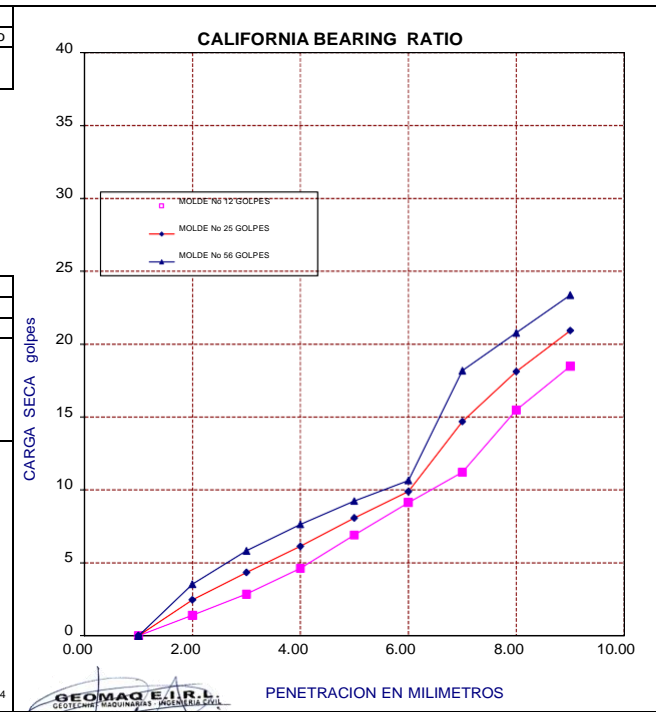
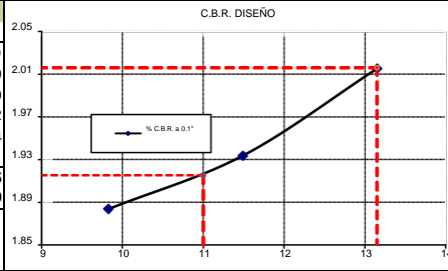
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	27.53	1.40		48.44	2.47		69.34	3.53	
1.270	56.08	2.86		85.14	4.34		114.21	5.82	
1.905	90.75	4.62		120.32	6.13		149.90	7.64	
2.540	135.62	6.91	9.83	158.56	8.08	11.49	181.51	9.25	13.15
3.175	179.47	9.14		194.25	9.90		209.04	10.65	
3.810	220.26	11.22		288.58	14.70		356.90	18.18	
5.080	303.87	15.48	14.68	355.88	18.13	17.19	407.88	20.78	19.70
7.620	363.01	18.49		410.94	20.93		458.87	23.38	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.08	11.10	11.09
Peso del molde (gr)	7,987.00	8,001.00	7,070.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,307.00	12,520.00	11,800.00
Volumen del molde (cm3)	2,064.66	2,103.55	2,112.72
Densidad hum. (gr/cm3)	2.09	2.15	2.24
Densidad seca (gr/cm3)	1.88	1.93	2.015
% C.B.R. a 0.1"	9.83	11.49	13.15
% C.B.R. a 0.2"	14.68	17.19	19.70
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	11.00 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	13.15 %		
Densidad seca al 95 %	1.91 (gr/cm ³)		



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZAN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 E.P. N. 257993


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 03 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

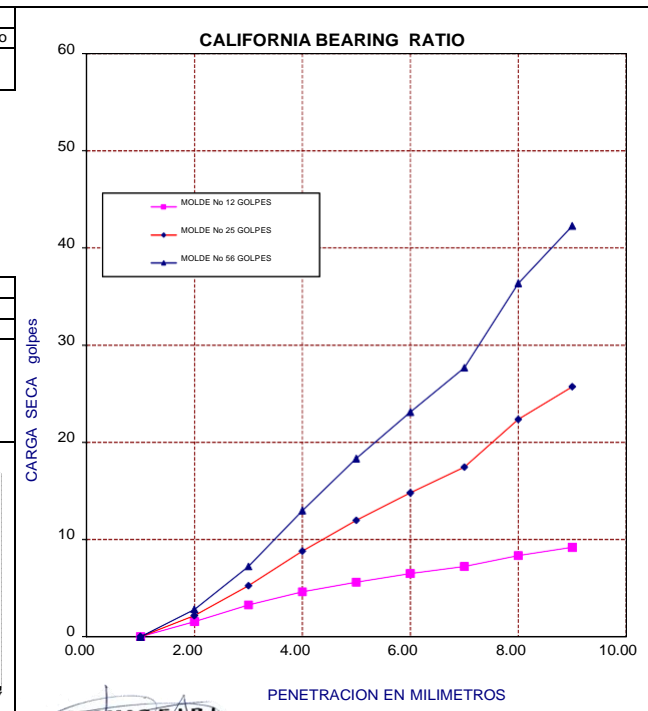
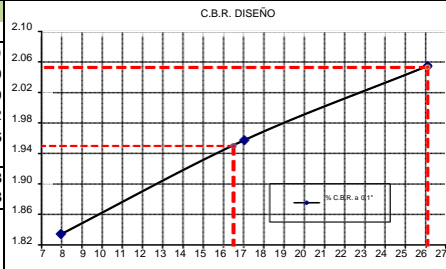
FECHA : 26-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	30.59	1.56		42.83	2.18		55.06	2.81	
1.270	64.24	3.27		102.99	5.25		141.74	7.22	
1.905	90.75	4.62		172.84	8.80		254.93	12.99	
2.540	110.13	5.61	7.98	235.04	11.97	17.03	359.95	18.34	26.08
3.175	127.46	6.49		290.61	14.80		453.77	23.12	
3.810	141.74	7.22		342.62	17.45		543.50	27.69	
5.080	164.17	8.36	7.93	438.98	22.36	21.20	713.79	36.36	34.48
7.620	180.49	9.19		505.26	25.74		830.04	42.28	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	10.36	10.27	10.19
Peso del molde (gr)	8,119.00	8,220.00	8,155.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,396.00	12,720.00	12,934.00
Volumen del molde (cm3)	2,111.74	2,084.50	2,110.82
Densidad hum. (gr/cm3)	2.03	2.16	2.26
Densidad seca (gr/cm3)	1.84	1.96	2.055
% C.B.R. a 0.1"	7.98	17.03	26.08
% C.B.R. a 0.2"	7.93	21.20	34.48
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	16.50 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	26.08 %		
Densidad seca al 95 %	1.95 (gr/cm ³)		



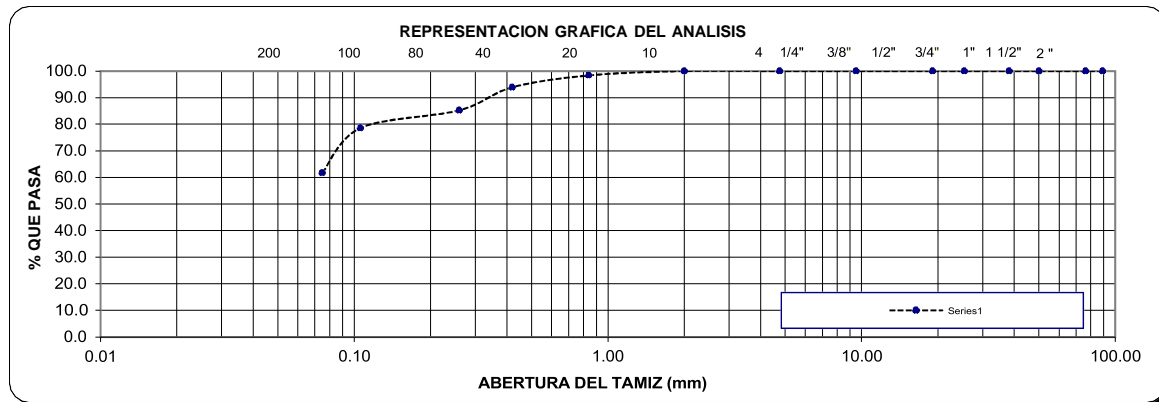
GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTÓBAL VILLALBA RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 E.I.P. N° 257993

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	26-May-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 03 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	47.34
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	52.66
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	623.1
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	22
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	17
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	5
Nº 10	2.00	10.3	1.6	1.6	98.4	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	27.9	4.5	6.1	93.9	SUCS	ML-CL
Nº 40	0.420	53.8	8.6	14.8	85.2	AASHTO	A-4 (4)
Nº 60	0.26	41.6	6.7	21.4	78.6	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	105.2	16.9	38.3	61.7	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	56.2	9.0	47.3	52.7	PESO HUMEDO	638.62
TOTAL		295.0				PESO SECO	623.1
PERDIDA	<200	328.1	52.7	100.0	0.0	% HUMEDAD	2.49
PESO INICIAL		623.09					Limo arcilloso color gris oscuro, color gris oscuro

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA :	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	FECHA 26-May-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	ML-CL	5	0.000036	0.10	BAJO


GEOMAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 03 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	26-May-23

LIMITE LIQUIDO

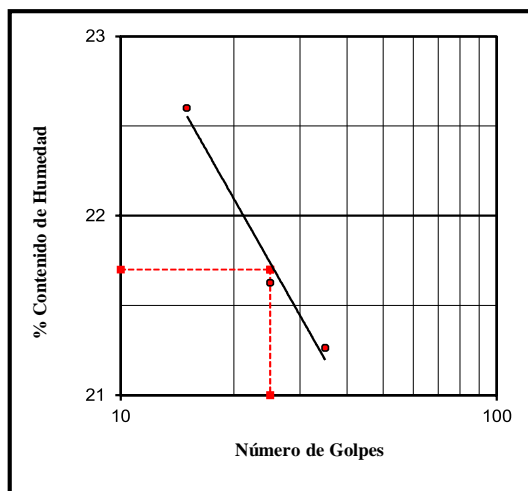
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	19.0	18.9	20.0	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	45.30	47.03	38.84	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	40.45	42.03	35.54	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.85	5.00	3.30	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	21.46	23.12	15.52	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %	22.60	21.63	21.26	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	18.55	20.12			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	27.95	29.39			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	26.61	28.03			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.34	1.36			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	8.06	7.91			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	16.63	17.19			
	Promedio de Limite Plástico :	16.91				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 22
L.P. : 17
I.P. : 5

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

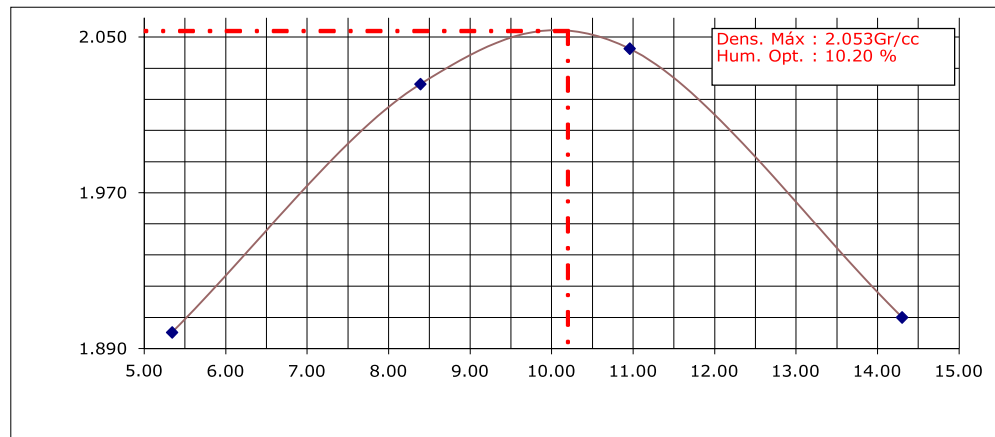
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 03 2% DE CAL + 5% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 26-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6098	6280	6347	6264
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1856	2038	2105	2022
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	2.000	2.196	2.268	2.178
Porcentaje de Humedad	5.34	8.39	10.96	14.30
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.898	2.026	2.044	1.906

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	362.2	386.4	385.5	327.1
Peso Rep. + Suelo Seco	343.8	356.5	347.4	286.2
Agua	18.4	29.9	38.1	40.9
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	343.8	356.49	347.4	286.19
PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.34	8.39	10.96	14.30




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993


**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

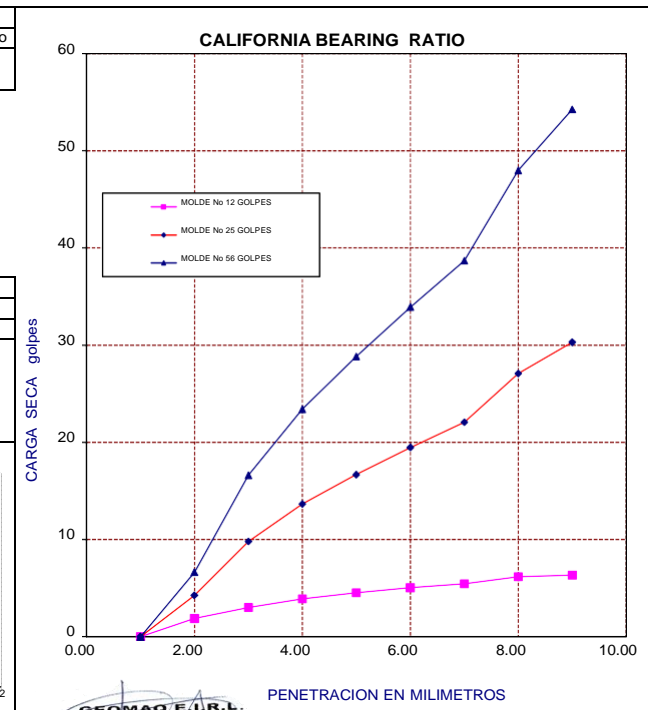
PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 03 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

FECHA : 21-Jun-23

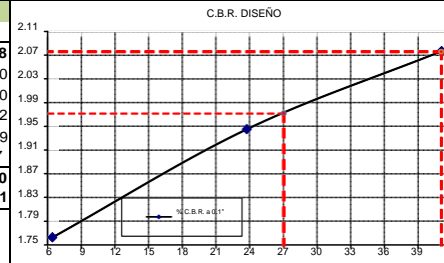
PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	36.71	1.87		83.62	4.26		130.52	6.65	
1.270	59.14	3.01		192.72	9.82		326.30	16.62	
1.905	76.48	3.90		268.18	13.66		459.88	23.43	
2.540	88.71	4.52	6.43	327.32	16.67	23.72	565.93	28.83	41.00
3.175	98.91	5.04		382.39	19.48		665.86	33.92	
3.810	107.07	5.45		433.37	22.08		759.68	38.70	
5.080	121.34	6.18	5.86	531.77	27.09	25.69	942.20	48.00	45.51
7.620	124.40	6.34		594.99	30.31		1065.59	54.28	



EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	10.37	10.34	10.38
Peso del molde (gr)	7,735.00	8,012.00	7,856.00
P. molde + suelo hum. (gr)	11,776.00	12,530.00	12,710.00
Volumen del molde (cm3)	2,075.64	2,104.30	2,117.62
Densidad hum. (gr/cm3)	1.95	2.15	2.29
Densidad seca (gr/cm3)	1.76	1.95	2.077
% C.B.R. a 0.1"	6.43	23.72	41.00
% C.B.R. a 0.2"	5.86	25.69	45.51
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	27.00 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	41.00 %		
Densidad seca al 95 %	1.97 (gr/cm ³)		



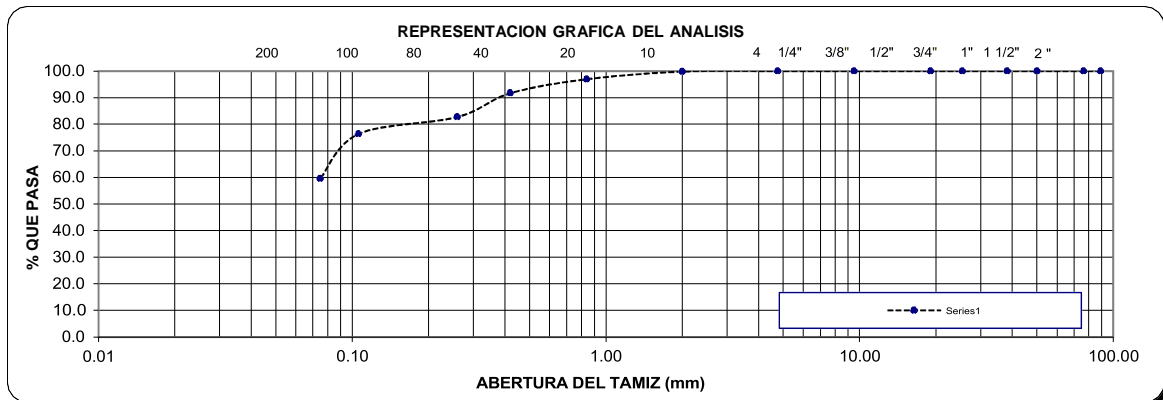
GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZOR RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 207903

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	21-Jun-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 03 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.19
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	50.83
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	48.99
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	645.9
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	24
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	18
Nº 4	4.76	1.2	0.2	0.2	99.8	I.P.	6
Nº 10	2.00	18.7	2.9	3.1	96.9	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	33.8	5.2	8.3	91.7	SUCS	SM-SC
Nº 40	0.420	57.8	9.0	17.3	82.7	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	41.1	6.4	23.6	76.4	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	108.3	16.8	40.4	59.6	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	68.6	10.6	51.0	49.0	PESO HUMEDO	661.17
TOTAL		329.5				PESO SECO	645.9
PERDIDA	<200	316.4	49.0	100.0	0.0	% HUMEDAD	2.37
PESO INICIAL		645.86					Arena limo arcillosa, color gris oscuro

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA :	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	FECHA 21-Jun-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM-SC	6	0.000036	0.16	BAJO

GEOMAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 03 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	21-Jun-23

LIMITE LIQUIDO

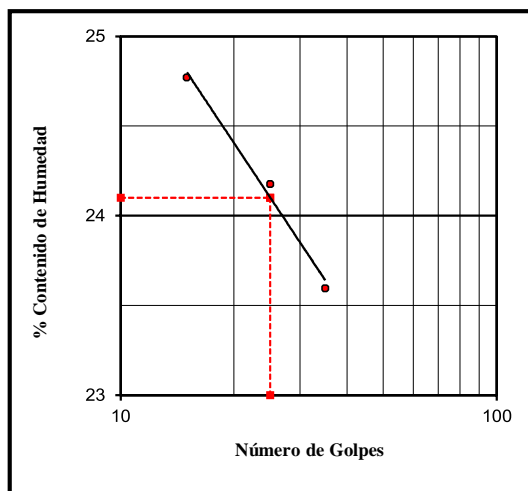
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	21.0	23.0	10.7	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	41.39	42.21	30.26	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	37.34	38.47	26.52	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.05	3.74	3.74	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	16.35	15.47	15.85	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %.	24.77	24.18	23.60	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	11.49	11.93			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	23.63	22.38			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	21.77	20.76			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.86	1.62			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	10.28	8.83			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	18.09	18.35			
	Promedio de Limite Plástico :	18.22				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 24
L.P. : 18
I.P. : 6

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

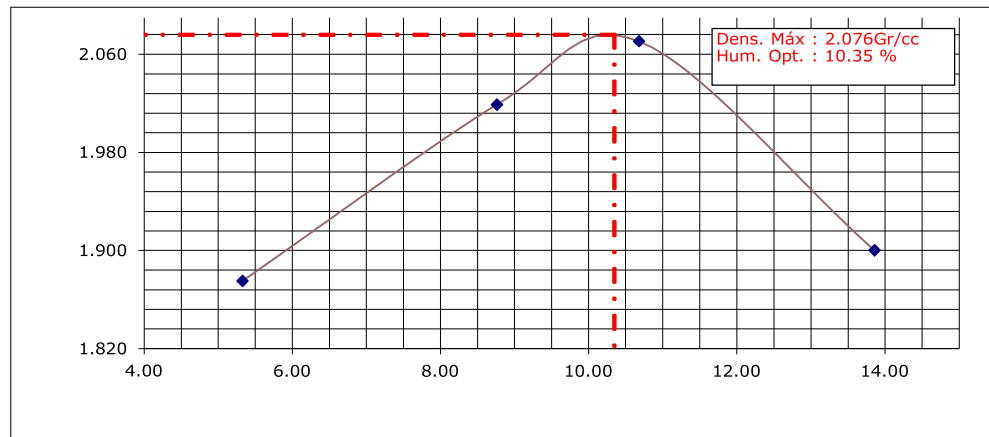
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 03 2% DE CAL + 10% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 21-Jun-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6075	6280	6369	6250
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1833	2038	2127	2008
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.975	2.196	2.292	2.163
Porcentaje de Humedad	5.33	8.76	10.68	13.86
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.875	2.019	2.070	1.900

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	372.5	338.9	350.9	356.9
Peso Rep. + Suelo Seco	353.7	311.6	317.1	313.4
Agua	18.8	27.3	33.9	43.4
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	353.7	311.57	317.1	313.44
PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.33	8.76	10.68	13.86




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993



**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

MUESTRA : CALICATA 03 2% DE CAL + 15% DE CONCHA TRITURADA

SOLICITA : MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO

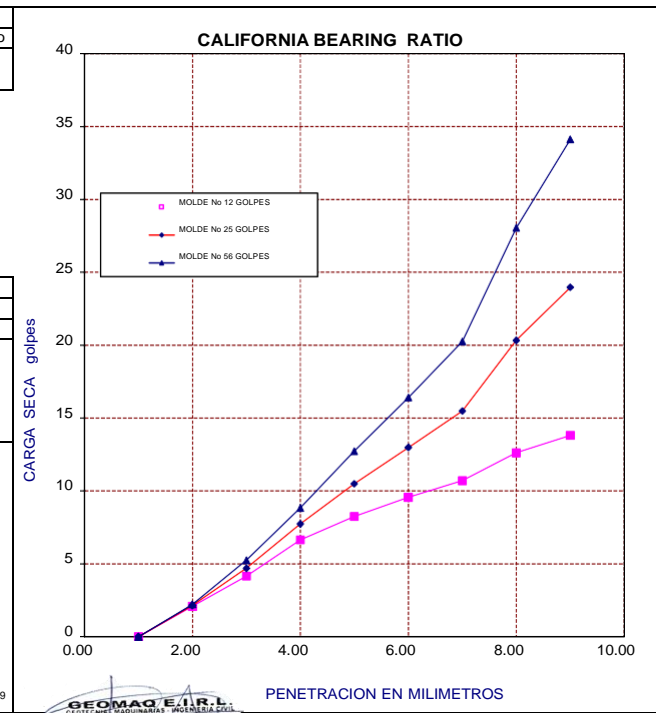
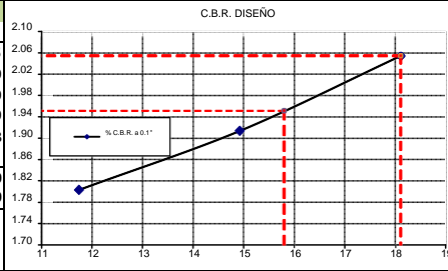
FECHA : 21-Jun-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	40.79	2.08		42.32	2.16		43.85	2.23	
1.270	81.58	4.16		92.28	4.70		102.99	5.25	
1.905	130.52	6.65		151.94	7.74		173.35	8.83	
2.540	162.13	8.26	11.75	205.98	10.49	14.92	249.83	12.73	18.10
3.175	187.62	9.56		254.93	12.99		322.23	16.41	
3.810	210.06	10.70		303.87	15.48		397.68	20.26	
5.080	247.79	12.62	11.97	399.21	20.34	19.28	550.64	28.05	26.60
7.620	271.24	13.82		470.59	23.97		669.94	34.13	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	11.18	11.10	11.05
Peso del molde (gr)	7,794.00	8,003.50	7,965.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,093.00	12,474.00	12,775.00
Volumen del molde (cm3)	2,145.20	2,103.55	2,110.10
Densidad hum. (gr/cm3)	2.00	2.13	2.28
Densidad seca (gr/cm3)	1.80	1.91	2.053
% C.B.R. a 0.1"	11.75	14.92	18.10
% C.B.R. a 0.2"	11.97	19.28	26.60
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	15.80	%	
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	18.10	%	
Densidad seca al 95 %	1.95	(gr/cm ³)	



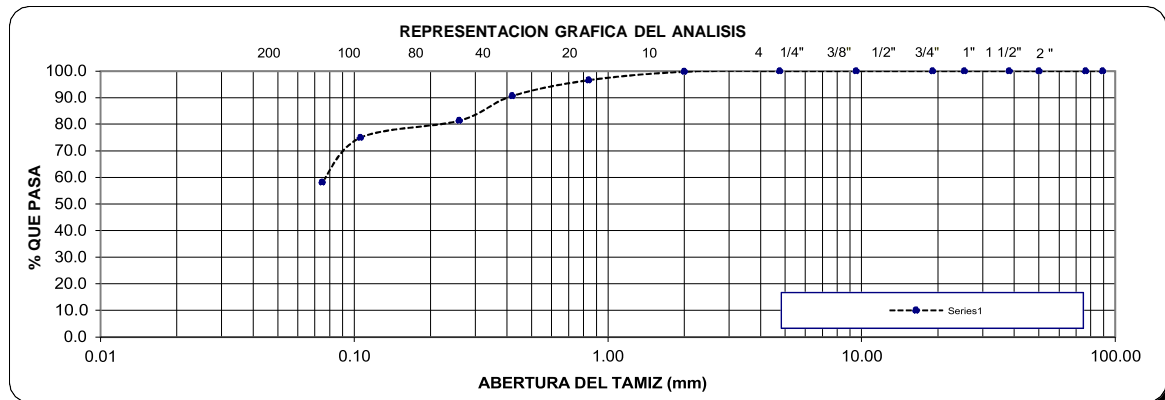
GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 E.I.P. N° 257993

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACION DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022	FECHA:	21-Jun-23
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAUL JORGE MARTIN		
MUESTRA:	CALICATA 03 2% DE CAL + 15% DE CONCHA TRITURADA		

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.26
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	51.56
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	48.18
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	610.4
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	22
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	18
Nº 4	4.76	1.6	0.3	0.3	99.7	I.P.	4
Nº 10	2.00	19.4	3.2	3.4	96.6	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	36.1	5.9	9.4	90.6	SUCS	SM-SC
Nº 40	0.420	56.7	9.3	18.6	81.4	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	38.9	6.4	25.0	75.0	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	102.6	16.8	41.8	58.2	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	61.0	10.0	51.8	48.2	PESO HUMEDO	627.13
TOTAL		316.3				PESO SECO	610.4
PERDIDA	<200	294.1	48.2	100.0	0.0	% HUMEDAD	2.74
PESO INICIAL		610.39					Arena limo arcillosa, color gris oscuro

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA :	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	FECHA 21-Jun-23	
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM-SC	4	0.000036	0.07	BAJO



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
MUESTRA:	CALICATA 03 2% DE CAL + 15% DE CONCHA TRITURADA
FECHA:	21-Jun-23

LIMITE LIQUIDO

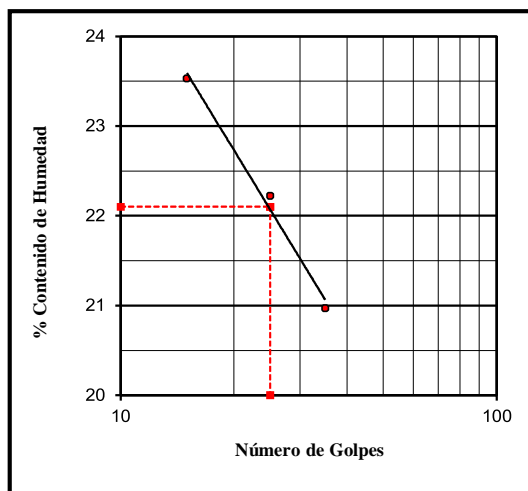
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	19.6	20.4	19.0	
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	41.26	37.41	40.24	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	37.14	34.31	36.56	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.12	3.10	3.68	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	17.51	13.95	17.55	
7	Humedad (b) / (6) x 100 %	23.53	22.22	20.97	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	18.85	18.78			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	28.07	27.03			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	26.65	25.79			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.42	1.24			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	7.80	7.01			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	18.21	17.69			
	Promedio de Limite Plástico :	17.95				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 22
L.P. : 18
I.P. : 4

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Cristópher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

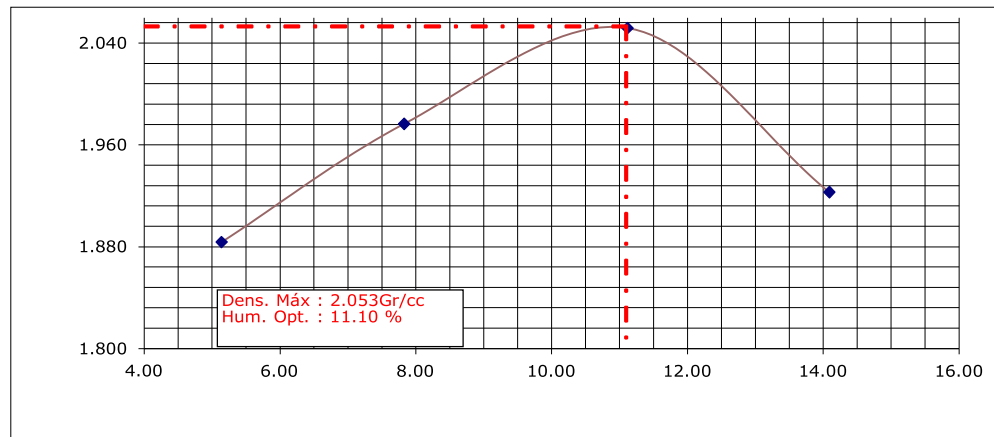
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 03 2% DE CAL + 15% DE CONCHA TRITURADA
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 21-Jun-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	6080	6220	6358	6278
Peso de Molde	4242	4242	4242	4242
Peso de suelo Húmedo	1838	1978	2116	2036
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.980	2.131	2.280	2.194
Porcentaje de Humedad	5.14	7.83	11.12	14.09
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.883	1.976	2.052	1.923

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	348.5	364.9	328.1	340.4
Peso Rep. + Suelo Seco	331.5	338.4	295.3	298.4
Agua	17.0	26.5	32.8	42.0
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	331.5	338.43	295.3	298.39
PORCENTAJE DE HUMEDAD	5.14	7.83	11.12	14.09




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VLLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993



RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. ASTM D 1883 - MTC E 132

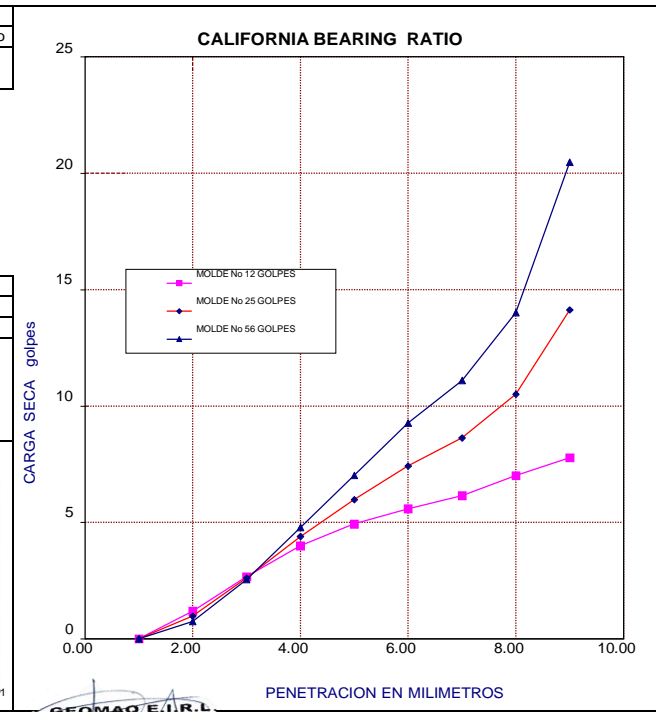
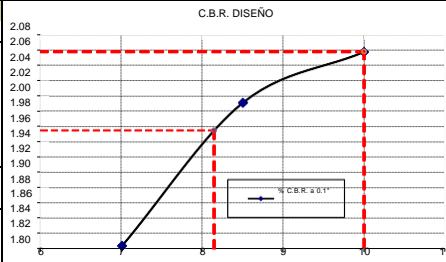
PROYECTO	:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
MUESTRA	:	CALICATA 01 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS
SOLICITA	:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO
FECHA	:	30-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	23.30	1.19		19.05	0.97		14.80	0.75	
1.270	52.40	2.67		51.20	2.61		50.00	2.55	
1.905	78.50	4.00		86.25	4.39		94.00	4.79	
2.540	96.80	4.93	7.01	117.40	5.98	8.51	138.00	7.03	10.00
3.175	109.60	5.58		145.80	7.43		182.00	9.27	
3.810	120.80	6.15		169.40	8.63		218.00	11.11	
5.080	137.70	7.01	6.65	206.35	10.51	9.97	275.00	14.01	13.28
7.620	152.80	7.78		277.40	14.13		402.00	20.48	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56
Numero de capas	5	5	5
Humedad (%)	9.83	9.80	9.83
Peso del molde (gr)	7,880.00	8,391.00	7,960.00
P. molde + suelo hum. (gr)	12,020.00	12,979.00	12,627.00
Volumen del molde (cm3)	2,089.71	2,099.30	2,066.23
Densidad hum. (gr/cm3)	1.98	2.19	2.26
Densidad seca (gr/cm3)	1.80	1.99	2.057
% C.B.R. a 0.1"	7.01	8.51	10.00
% C.B.R. a 0.2"	6.65	9.97	13.28
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	8.15 %		
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	10.00 %		
Densidad seca al 95 %	1.95 (gr/cm ³)		

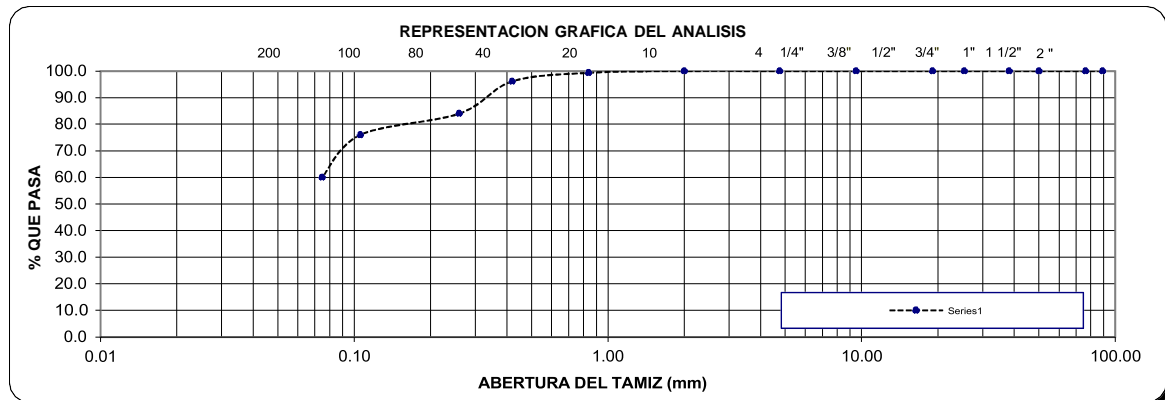


GEOMAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILCASON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257995

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:		EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACION DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022					
SOLICITA:		MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAUL JORGE MARTIN				FECHA: 26-May-23	
MUESTRA:		CALICATA 01 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS				UBICACION: E= 592930 N= 9440256	
TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	52.09
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	47.91
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	575.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	20
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	17
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	3
Nº 10	2.00	3.8	0.7	0.7	99.3	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	18.5	3.2	3.9	96.1	SUCS	SM
Nº 40	0.420	69.6	12.1	16.0	84.0	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	46.0	8.0	24.0	76.0	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	91.6	15.9	39.9	60.1	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	70.0	12.2	52.1	47.9	PESO HUMEDO	639.21
TOTAL		299.5				PESO SECO	575.0
PERDIDA	<200	275.5	47.9	100.0	0.0	% HUMEDAD	11.17
PESO INICIAL		574.96				Arena limosa color marrón claro, medianamente compacto, húmedo.	

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN	UBICACIÓN:	E= 592930 N= 9440256
		FECHA	26-May-23

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-01	02	SM	3	0.000036	0.03	BAJO


GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	E=	592930
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 01 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS	N=	9440256
FECHA:	26-May-23		

LIMITE LIQUIDO

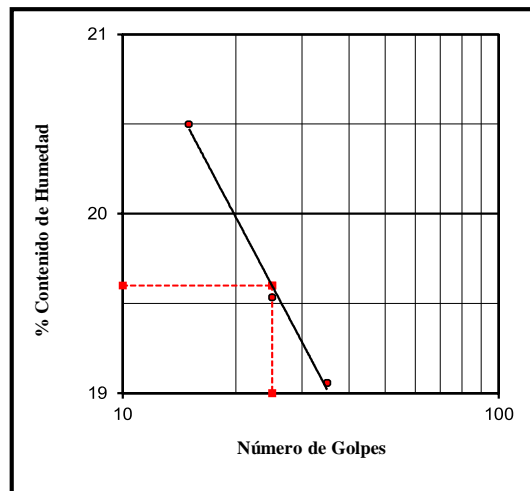
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	12.7	12.9	11.1	
3	Peso Suelo Humedo + Tara grs.	42.61	39.10	37.13	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	37.52	34.82	32.96	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	5.09	4.28	4.17	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	24.83	21.91	21.88	
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	20.50	19.53	19.06	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	10.84	15.04			
3	Peso Suelo Humedo + Tara grs.	18.02	22.38			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	17.01	21.33			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	1.01	1.05			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	6.17	6.29			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	16.37	16.69			
	Promedio de Limite Plástico :	16.53				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 20
L.P. : 17
I.P. : 3


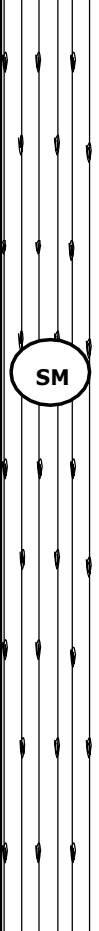

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120- CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITANTE : MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 EXPLORACION : C-01
 FECHA : 26-May-23

UBICACIÓN:
 592930
 9440256

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD		SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	(mts.)	MUESTRA			
0.06	0.10	M-1		Suelo organico	
0.12					
0.18					
0.24	0.50	M-2			Durante el tiempo de excavación no se detectó presencia de nivel freático hasta la profundidad explorada de 1.50 metros.  GEOMAQ E.I.R.L. GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ INGENIERO CIVIL CIP N° 257993 LIMITE LIQUIDO= 20 LIMITE PLASTICO= 17 INDICE DE PLASTICIDAD 3 % PIEDRA = 0.0 % ARENA = 52.1 % FINOS = 47.9 Arena limosa color marrón claro, medianamente compacto, húmedo.
0.30					
0.36					
0.42					
0.48					
0.54					
0.60					
0.66					
0.72					
0.78					
0.84					
0.90					
0.96					
1.02					
1.08					
1.14					
1.20					
1.26					
1.32					
1.38					
1.44					
1.50					



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

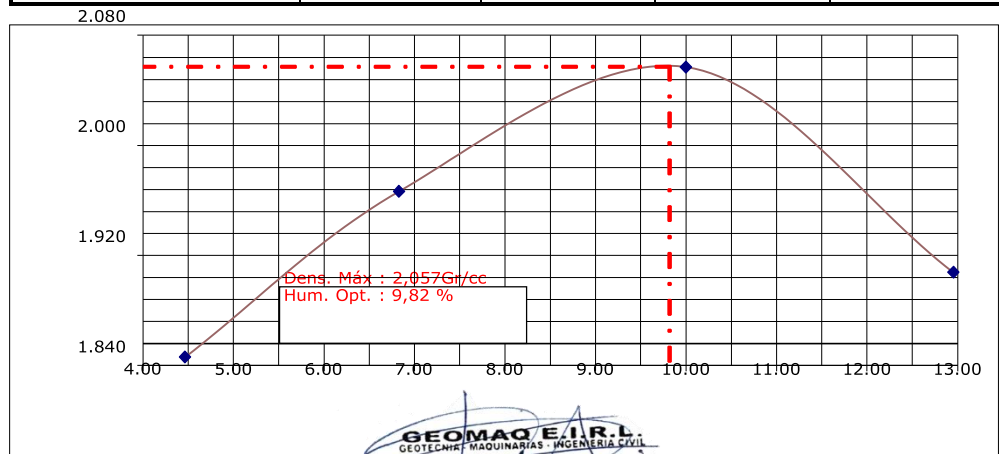
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

PROYECTO EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA CALICATA 01 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS
 PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN 30-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	5350	5510	5660	5560
Peso de Molde	3560	3560	3560	3560
Peso de suelo Húmedo	1790	1950	2100	2000
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.929	2.101	2.262	2.155
Porcentaje de Humedad	4.47	6.83	10.00	12.96
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.846	1.967	2.057	1.908

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	462.1	343.9	436.7	374.3
Peso Rep. + Suelo Seco	442.3	321.9	397.0	331.4
Agua	19.8	22.0	39.7	42.9
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	442.3	321.86	397.0	331.36
PORCENTAJE DE HUMEDAD	4.47	6.83	10.00	12.96




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993



**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R.
 ASTM D 1883 - MTC E 132**

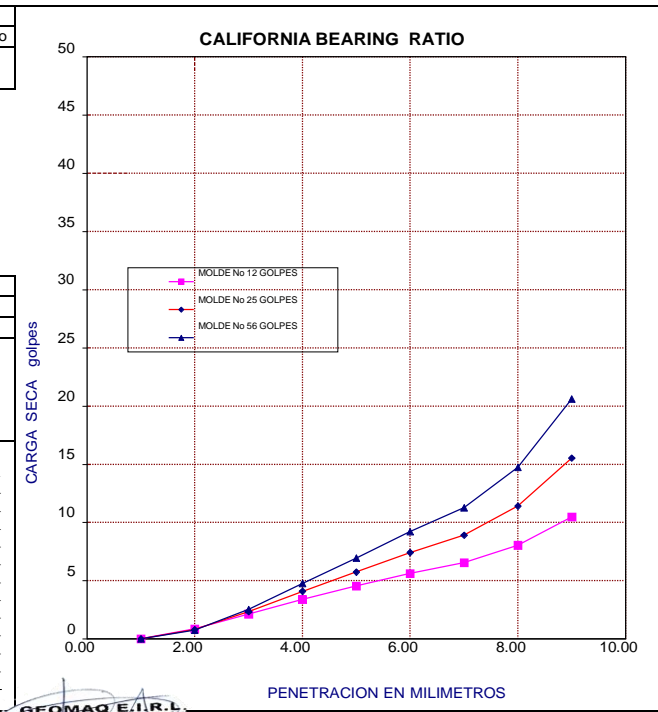
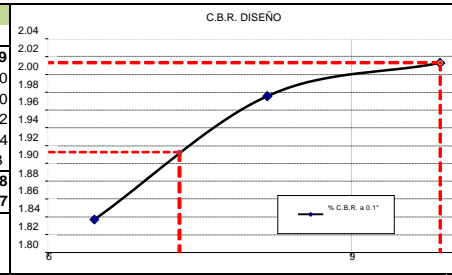
PROYECTO	:	EFFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
MUESTRA	:	CALICATA 02 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS
SOLICITA	:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO
FECHA	:	30-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R. %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	16.70	0.85		15.70	0.80		14.70	0.75	
1.270	41.90	2.13		45.90	2.34		49.90	2.54	
1.905	66.50	3.39		80.15	4.08		93.80	4.78	
2.540	89.10	4.54	6.46	112.70	5.74	8.17	136.30	6.94	9.88
3.175	110.10	5.61		145.50	7.41		180.90	9.22	
3.810	128.70	6.56		175.00	8.91		221.30	11.27	
5.080	158.10	8.05	7.64	223.70	11.40	10.81	289.30	14.74	13.97
7.620	205.50	10.47		305.10	15.54		404.70	20.62	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%

NO EXPANSIVO

Golpes	12	25	56	
Numero de capas	5	5	5	
Humedad (%)	11.09	11.13	11.09	
Peso del molde (gr)	7,590.00	7,570.00	8,360.00	
P. molde + suelo hum. (gr)	11,830.00	12,130.00	13,048.00	
Volumen del molde (cm3)	2,077.96	2,077.32	2,096.62	
Densidad hum. (gr/cm3)	2.04	2.20	2.24	
Densidad seca (gr/cm3)	1.84	1.98	2.013	
% C.B.R. a 0.1"	6.46	8.17	9.88	
% C.B.R. a 0.2"	7.64	10.81	13.97	
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%	7.30 %			
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%	9.88 %			
Densidad seca al 95 %	1.91 (gr/cm ³)			

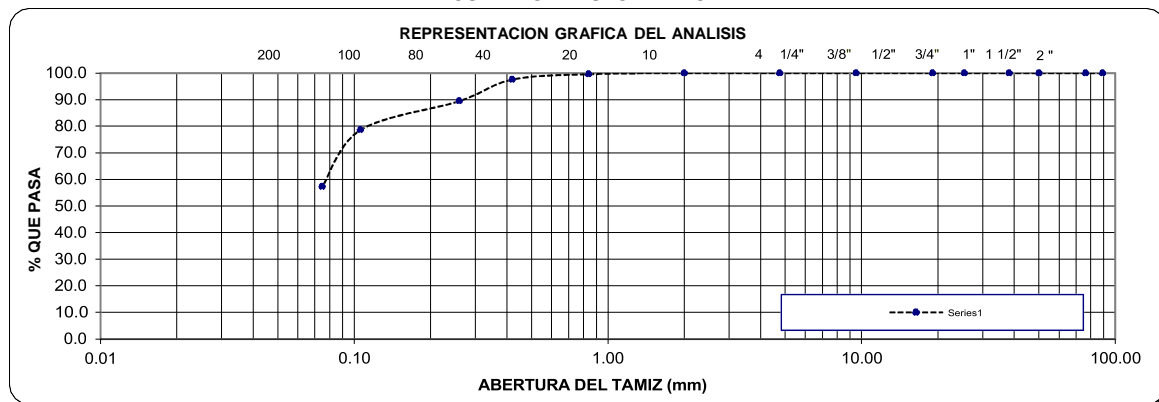


GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257094

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:		EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022					
SOLICITA:		MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN				FECHA: 26-May-23	
MUESTRA:		CALICATA 02 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS				UBICACIÓN: E= 592573 N= 9440301	
TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	54.98
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	45.02
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	584.9
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	21
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	15
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	6
Nº 10	2.00	2.6	0.4	0.4	99.6	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	11.8	2.0	2.5	97.5	SUCS	SM-SC
Nº 40	0.420	47.3	8.1	10.5	89.5	AASHTO	A-4 (2)
Nº 60	0.26	63.3	10.8	21.4	78.6	DESCRIPCION DE MUESTRA	
Nº 140	0.106	124.8	21.3	42.7	57.3	HUMEDAD NATURAL	
Nº 200	0.075	71.8	12.3	55.0	45.0	PESO HUMEDO	650.5
TOTAL		321.6				PESO SECO	575.0
PERDIDA	<200	263.4	45.0	100.0	0.0	% HUMEDAD	13.14
PESO INICIAL		584.92				Arena limosa arcillosa color marrón claro, medianamente compacto, húmedo.	

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA :	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN	UBICACIÓN:	E= 592573 N= 9440301
		FECHA	26-May-23

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

 $K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-02	02	SM-SC	6	0.000036	0.14	BAJO



GEO MAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
 DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	E=	592573
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 02 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS	N=	9440301
FECHA:	26-May-23		

LIMITE LIQUIDO

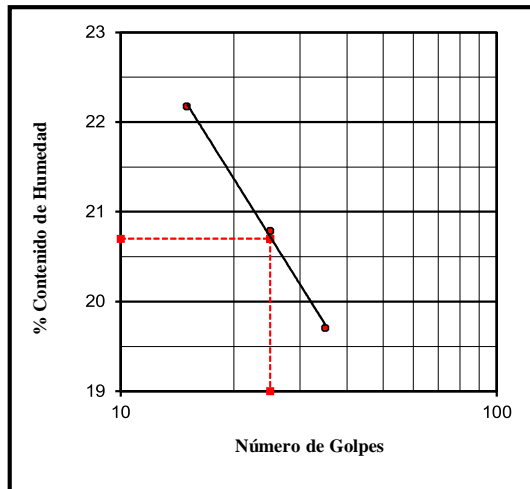
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	10.7	9.8	15.3	
3	Peso Suelo Humedo + Tara grs.	36.74	39.33	45.20	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	32.01	34.25	40.28	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.73	5.08	4.92	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	21.33	24.44	24.97	
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	22.18	20.79	19.70	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	11.20	13.39			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	19.02	19.04			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	18.03	18.27			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.99	0.77			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	6.83	4.88			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %	14.49	15.78			
	Promedio de Limite Plástico :	15.14				



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 21
L.P. : 15
I.P. : 6


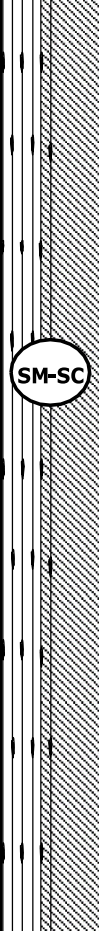

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120- CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITANTE : MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
EXPLORACION : C-02
FECHA : 26-May-23

UBICACIÓN:
592573
9440301

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD		SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	(mts.)	MUESTRA			
0.06	0.10	M-1		Suelo organico	
0.12					
0.18					
0.24	0.50	M-2			<p>Durante el tiempo de excavación no se detectó presencia de nivel freático hasta la profundidad explorada de 1.50 metros.</p> <p>LIMITE LIQUIDO= 21 LIMITE PLASTICO= 15 INDICE DE PLASTICIDAD 6 % PIEDRA = 0.0 % ARENA = 55.0 % FINOS = 45.0</p> <p>Arena limosa arcillosa color marrón claro, medianamente compacto, húmedo.</p> <p> GEOMAQ E.I.R.L. <small>GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL</small> DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ INGENIERO CIVIL <small>CIP N° 257093</small></p>
0.30					
0.36					
0.42					
0.48					
0.54					
0.60					
0.66					
0.72					
0.78					
0.84					
0.90					
0.96					
1.02					
1.08					
1.14					
1.20					
1.26					
1.32					
1.38	1.50				
1.44					



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

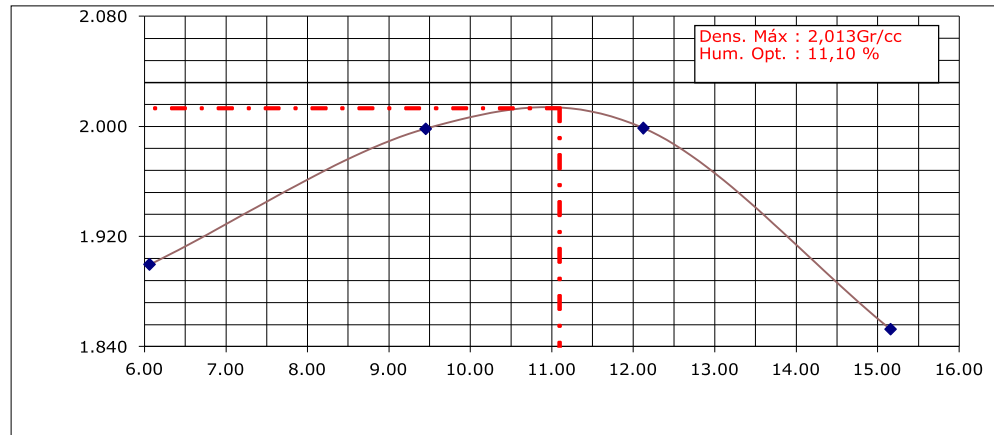
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116

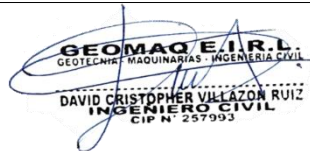
PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 02 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 30-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	5430	5590	5640	5540
Peso de Molde	3560	3560	3560	3560
Peso de suelo Húmedo	1870	2030	2080	1980
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	2.015	2.187	2.241	2.133
Porcentaje de Humedad	6.07	9.45	12.13	15.16
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.899	1.998	1.999	1.852

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	393.1	401.6	339.9	341.6
Peso Rep. + Suelo Seco	370.6	366.9	303.1	296.6
Agua	22.5	34.7	36.8	45.0
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	370.6	366.91	303.1	296.6
PORCENTAJE DE HUMEDAD	6.07	9.45	12.13	15.16




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993

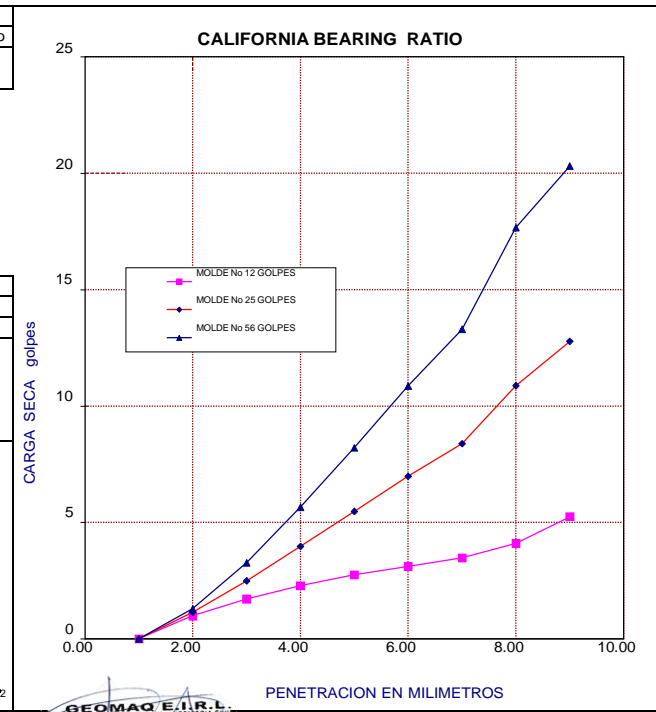
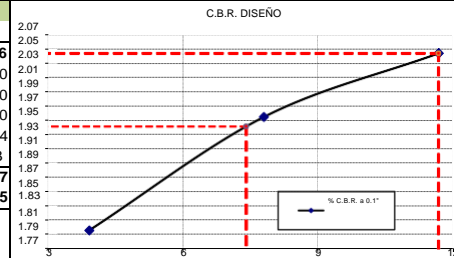


RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. ASTM D 1883 - MTC E 132

PROYECTO	:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022
MUESTRA	:	CALICATA 03 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS
SOLICITA	:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO
FECHA	:	30-May-23

PENETRACION	MOLDE No 12 GOLPES			MOLDE No 25 GOLPES			MOLDE No 56 GOLPES		
	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido	Sin corregir		Corregido
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg/cm2	C.B.R %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	C.B.R %
0.000	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.635	19.37	0.99		22.43	1.14		25.49	1.30	
1.270	33.65	1.71		48.95	2.49		64.24	3.27	
1.905	44.87	2.29		78.01	3.97		111.15	5.66	
2.540	54.04	2.75	3.92	107.58	5.48	7.79	161.11	8.21	11.67
3.175	61.18	3.12		137.15	6.99		213.12	10.86	
3.810	68.32	3.48		164.68	8.39		261.04	13.30	
5.080	80.56	4.10	3.89	213.63	10.88	10.32	346.70	17.66	16.75
7.620	102.99	5.25		250.85	12.78		398.70	20.31	

EXPANSION									
FECHA	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO									
Golpes		12	25	56					
Numero de capas		5	5	5					
Humedad (%)		9.65	9.69	9.66					
Peso del molde (gr)		7,570.00	8,010.00	7,770.00					
P. molde + suelo hum. (gr)		11,640.00	12,470.00	12,394.00					
Volumen del molde (cm3)		2,067.09	2,080.71	2,063.70					
Densidad hum. (gr/cm3)		1.97	2.14	2.24					
Densidad seca (gr/cm3)		1.80	1.95	2.043					
% C.B.R. a 0.1"		3.92	7.79	11.67					
% C.B.R. a 0.2"		3.89	10.32	16.75					
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 95%		7.40 %							
C.B.R. DISEÑO a 0.1" 100%		11.67 %							
Densidad seca al 95 %		1.94 (gr/cm ³)							



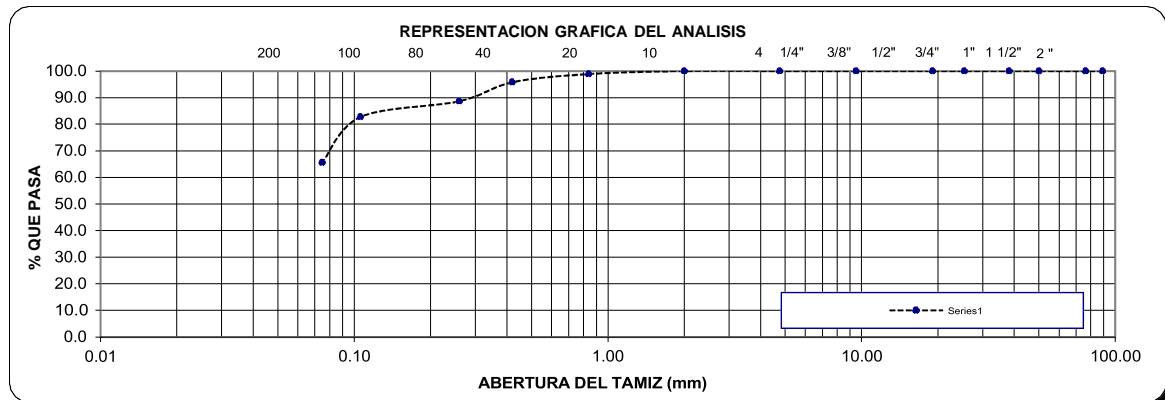

DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIPN 45790

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
(NORMA AASHTO T- 27, ASTM D 422)

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACION DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAUL JORGE MARTIN	FECHA:	26-May-23
MUESTRA:	CALICATA 03 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS	UBICACION:	E= 592573 N= 9440301

TAMICES	ABERTURA EN m.m	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						AASHTO	REGULAR-MALO
4"	101.60	0.0			100.0	% PIEDRA =	0.00
3 1/2"	88.90	0.0	0.0	0.0	100.0	% ARENA =	48.83
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	% FINOS =	51.17
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	TOTAL =	100.00
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Inicial	627.6
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	L.L.	23
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100.0	L.P.	17
Nº 4	4.76	0.0	0.0	0.0	100.0	I.P.	6
Nº 10	2.00	7.1	1.1	1.1	98.9	CLASIFICACION:	
Nº 20	0.840	19.4	3.1	4.2	95.8	SUCS	ML-CL
Nº 40	0.420	44.6	7.1	11.3	88.7	AASHTO	A-4 (3)
Nº 60	0.26	37.1	5.9	17.2	82.8		
Nº 140	0.106	107.6	17.1	34.4	65.6		
Nº 200	0.075	90.7	14.4	48.8	51.2		
TOTAL		306.5				HUMEDAD NATURAL	
PERDIDA	<200	321.1	51.2	100.0	0.0	PESO HUMEDO	687.27
PESO INICIAL		627.55				PESO SECO	575.0
						% HUMEDAD	19.53
						DESCRIPCION DE MUESTRA Limo arcilloso, medianamente compacto, color marrón claro, húmedo.	

CURVA GRANULOMETRICA



GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

POTENCIAL DE HINCHAMIENTO

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RICHARD ROLANDO BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN	UBICACIÓN:	E= 592573 N= 9440301
		FECHA	26-May-23

Tabla 8. Grado de expansión -Seed, Woodward y Lungren

Valor de S	Grado de potencial expansivo según "S"	Índice de plasticidad	Grado de potencial expansivo según IP
0-1.5	Bajo	0-15	Bajo
1.5-5	Medio	10-35	Medio
5-25	Alto	20-55	Alto
>25	Muy alto	>35	Muy alto

Fuente: Whitlow, 2001.

S: Potencial de Hinchamiento

IP: Índice Plástico

$K = 3.6 \times 10^{-5}$ (Constante)

$$S = 60 * K * IP^{2.44}$$

CALICATA N°	ESTRATO N°	TIPO DE SUELO	INDICE PLASTICO	K= CONSTANTE	VALOR DE "S"	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIVO
C-03	02	ML-CL	6	0.000036	0.15	BAJO



GEOMAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

LIMITES DE ATTERBERG

PROYECTO:	EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022		
SOLICITA:	MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO	E=	592573
	BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN		
MUESTRA:	CALICATA 03 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS	N=	9440301
FECHA:	26-May-23		

LIMITE LIQUIDO

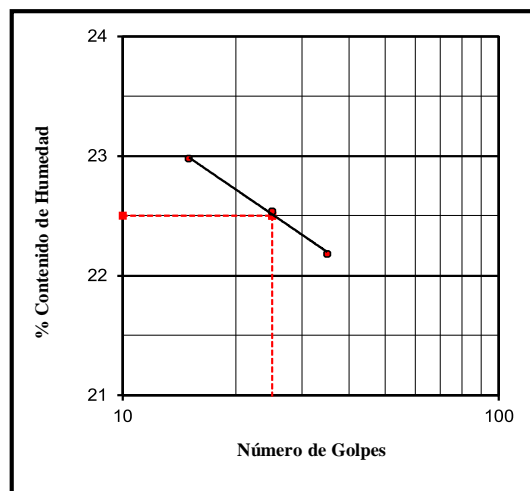
NORMA TECNICA ASTM D423-66

N°	MUESTRA	1	2	3	
1	Tara N°	01	11	02	
2	Peso de la Tara grs.	11.4	10.8	15.9	
3	Peso Suelo Humedo + Tara grs.	36.16	39.90	42.95	
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	31.53	34.55	38.03	
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	4.63	5.35	4.92	
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	20.15	23.74	22.18	
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	22.98	22.54	22.18	
8	N°. De Golpes	15	25	35	

LIMITE PLASTICO

NORMA TECNICA ASTM D424-59

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	Tara N°	14	15			
2	Peso de la Tara grs.	22.99	13.78			
3	Peso Suelo Húmedo + Tara grs.	29.29	20.37			
4	Peso Suelo Seco + Tara grs.	28.39	19.42			
5	Peso del Agua (3) - (4) grs.	0.90	0.95			
6	Peso Suelo Seco (4) - (2) grs.	5.40	5.64			
7	Humedad (5) / (6) x 100 %.	16.67	16.84			
	Promedio de Limite Plástico :			16.76		



DESCRIPCION DE LA MUESTRA :

L.L. : 23
L.P. : 17
I.P. : 6

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
David Christopher Villazon Ruiz
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993

PROYECTO : EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120- CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

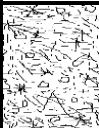
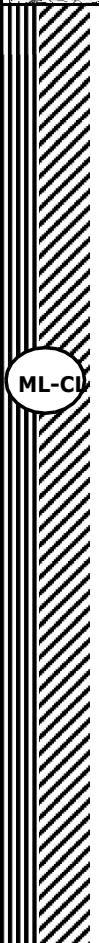
SOLICITANTE : MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN

UBICACIÓN:

592573
9440301

EXPLORACION : C-03
FECHA : 26-May-23

REGISTRO DE PERFORACIONES

COTA	PROFUNDIDAD		SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO ESTRATO	OBSERVACIONES
	(mts.)	MUESTRA			
0.06				Suelo organico	Durante el tiempo de excavación no se detectó presencia de nivel freático hasta la profundidad explorada de 1.50 metros.
0.12	0.10	M-1			
0.18	0.20				
0.24	0.50	M-2		Limo arcilloso, medianamente compacto, color marrón claro, húmedo.	
0.30					
0.36					
0.42					
0.48					
0.54					
0.60					
0.66					
0.72					
0.78					
0.84					
0.90					
0.96					
1.02	1.00			LIMITE LIQUIDO= 23 LIMITE PLASTICO= 17 INDICE DE PLASTICIDAD 6 % PIEDRA = 0.0 % ARENA = 48.8 % FINOS = 51.2	
1.08					
1.14					
1.20					
1.26					
1.32					
1.38					
1.44					
1.50	1.50				

GEO MAQ E.I.R.L.
GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZON RUIZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 257993



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

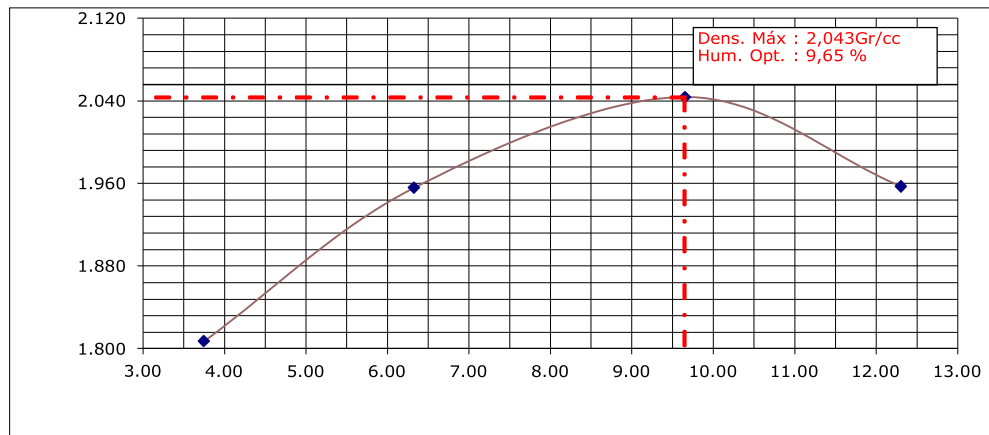
ASTM D-1557, ASTM D-698 / MTC E-115, MTC E-116


PROYECTO: EFECTOS DE INCORPORAR MEZCLA DE CAL Y CONCHA DE ABANICO, PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO, KM +120-CARRETERA YAPATERA- PANECILLO, CHULUCANAS-2022

SOLICITA: MORALES RUEDA, RÍCHARD ROLANDO
 BENITES BRAN, RAÚL JORGE MARTÍN
 MUESTRA: CALICATA 03 ESTRATO 02 PROF. DE 0.20 A 1.50 MTS
 PROCTOR: MODIFICADO ASTM D-1557-91 Método : " A "
 FECHA DE EMISIÓN: 30-May-23

DESCRIPCIÓN	I	II	III	IV
Peso molde + Suelo Húmedo	5300	5490	5640	5600
Peso de Molde	3560	3560	3560	3560
Peso de suelo Húmedo	1740	1930	2080	2040
Volumen del Molde	928.2	928.2	928.2	928.2
Densidad Húmeda (Gr/cc)	1.875	2.079	2.241	2.198
Porcentaje de Humedad	3.75	6.33	9.66	12.31
DENSIDAD SECA (Gr/cc)	1.807	1.956	2.044	1.957

H U M E D A D				
Peso Rep. + Suelo Húmedo	389.2	373.3	293.8	371.0
Peso Rep. + Suelo Seco	375.2	351.1	267.9	330.4
Agua	14.1	22.2	25.9	40.7
Peso de Cápsula	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de Suelo Seco	375.2	351.08	267.9	330.38
PORCENTAJE DE HUMEDAD	3.75	6.33	9.66	12.31




GEOMAQ E.I.R.L.
 GEOTECNIA - MAQUINARIAS - INGENIERIA CIVIL
DAVID CRISTOPHER VILLAZÓN RUIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 257993