



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis comparativo de la estabilización de suelos arcillosos
empleando cal y cemento, carretera vecinal Chonta carretera
Interoceánica, Madre de Dios 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Barriga Serruto, Fidel Eligio (ORCID: 0000-0002-5852-4435)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (hORCID: 0000-0001-5699-1323)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Con cariño para mis queridos padres: Irma y Guillermo, a ellos debo el logro de mis sueños. A mi esposa: Lucía, y mis pequeños hijos: Fátima, Bruno y Sebastián, por su sacrificio constante en el apoyo a mi formación profesional. Para todos mis amigos por su constante aliento y apoyo moral y espiritual durante mi preparación universitaria.

Agradecimiento

Al Gobierno Regional de Madre de Dios, al Centro de Desarrollo Ganadero de Madre de Dios en la persona de su Administrador y colaboradores que permitieron y apoyaron el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes Nacionales	4
2.2 Antecedentes Internacionales.....	7
2.3 Teorías Relacionadas	10
2.4 Ensayos	13
2.5 Estabilización de suelos	15
III METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	19
3.2 Variables y operacionalización	20
3.3 Población, muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	22
3.5 Procedimiento	23
3.6 Método de análisis de datos.....	32
3.7 Aspectos Éticos	32
IV RESULTADOS	33
4.1 Descripción de la zona de estudio	33
4.2 OE 1, 2 Dosificar adecuadamente el porcentaje de cal o cemento en el proceso de estabilización de suelos arcillosos en la región Madre de Dios.....	34
4.3 OE 3 Diseñar el espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cal o cemento..	40
4.4 Análisis estadístico.....	45
V DISCUSIÓN.....	49
VI CONCLUSIONES	52
VII RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS:	56

Índice de tablas

Tabla 2.1 <i>Clasificación de suelos de acuerdo a índice de plasticidad</i>	13
Tabla 2.2 <i>Características de la muestra patrón CBR</i>	15
Tabla 4.1 <i>Resumen de resultados de pruebas en muestras de terreno natural</i>	35
Tabla 4.2 <i>Prueba de normalidad para la dosificación terreno natural + cal</i>	45
Tabla 4.3 <i>Prueba de normalidad para la dosificación terreno natural + cemento</i>	46
Tabla 4.4 <i>Coefficiente de correlación “r” de para la dosificación terreno natural + cal</i>	47
Tabla 4.5 <i>Coefficiente de correlación “r” de para la dosificación terreno natural + cemento</i>	48

Índice de figuras.

Figura 3.1 Excavación y toma de muestra C-1	24
Figura 3.2 Excavación y toma de muestra C – 2	24
Figura 3.3 Granulometría por tamizado C - 1	25
Figura 3.4 Granulometría por tamizado C – 2.....	25
Figura 3.5 Determinación del límite líquido y límite plástico C - 1	27
Figura 3.6 Determinación del límite líquido y límite plástico C - 2	27
Figura 3.7 Ensayo de Proctor modificado	28
Figura 3.8 Prueba de penetración para la determinación del CBR.....	30
Figura 3.10 Adición de cemento 2%, 4% y 6%, a la muestra de terreno natural.....	31
Figura 3.11 Datos para la evaluación de CBR ponderado del suelo estabilizado y el terreno natural	32
Figura 4.1 Ubicación del Proyecto	33
Figura 4.2 Curva granulométrica de terreno natural.....	35
Figura 4.3 Límite líquido.....	36
Figura 4.4 Límite plástico	37
Figura 4.5 Índice de plasticidad	37
Figura 4.6 Máxima densidad seca.....	38
Figura 4.7 Óptimo contenido de humedad (%)	39
Figura 4.8 California Bearing Ratio CBR	39
Figura 4.9 Espesor de estabilización 01: 0.30 m	41
Figura 4.10 Espesor de estabilización 02: 0.40 m	42
Figura 4.11 Comparativo de valores CBR _p con 0.30 m de estabilización.....	43
Figura 4.12 Comparativo de valores CBR _p con 0.40 m de estabilización.....	44

Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo general realizar un paralelismo comparativo de la estabilización de suelos finos característicos de la región Madre de Dios empleando Cal y Cemento, para tal propósito se empleó una investigación tipo aplicada con enfoque cuantitativo, nivel cuasi experimental y diseño experimental, teniendo como variable independiente a la dosificación de cal y cemento, mientras que como variable dependiente a la estabilización de suelos, para medir los efectos en los suelos tratados con la adición de los materiales estabilizantes como son cal y cemento, se tuvo una muestra de suelo natural alterada en la que se adicionó 2, 4 y 6% de cal y de cemento respectivamente, en las que se evaluó los límites de consistencia y el valor relativo de soporte CBR.

Concluyendo que: Al análisis comparativo de la estabilización de suelos finos característicos de la región Madre de Dios, se define que el agente estabilizante con mejor respuesta en el mejoramiento de las características físicas y de soporte es el cemento con un porcentaje 4% de adición al terreno natural, superando en resistencia a la estabilización con cal como agente estabilizador.

Al diseñar el espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cal o cemento; se determina que la mezcla de terreno natural con 4% de cemento tiene las mejores características físicas, resultando un CBR ponderado de 10.4% con un espesor de suelo estabilizado de 40 cm.

Palabras clave: suelos finos, estabilización de suelos, cal y cemento, límites de consistencia, CBR.

Abstract

The general objective of this thesis was to carry out a comparative parallelism of the stabilization of fine soils characteristic of the Madre de Dios region using lime and cement, for this purpose an applied research type was used with a quantitative approach, quasi-experimental level and experimental design, having as an independent variable to the dosage of lime and cement, while as a dependent variable to the optimal stabilization, to measure the effects on the soils treated with the addition of stabilizing materials such as lime and cement, an altered natural soil sample was taken in which 2, 4 and 6% of lime and cement were added, respectively, in which the limits of consistency and the relative value of CBR support were evaluated.

Concluding that: To the comparative analysis of the stabilization of fine soils characteristic of the Madre de Dios region, it is defined that the stabilizing agent with the best response in improving the physical and support characteristics is cement with a 4% percentage of addition to the natural terrain, surpassing in resistance to stabilization with lime as a stabilizing agent.

By designing the appropriate thickness of stabilization either using lime or cement; It is determined that the mixture of natural soil with 4% cement has the best physical characteristics, resulting in a weighted CBR of 10.4% with a stabilized soil thickness of 40 cm.

Keywords: fine soils, soil stabilization, lime and cement, consistency limits, CBR

I INTRODUCCIÓN

En nuestro país la infraestructura vial tiene un gran valor puesto que incide en gran medida en la economía nacional, considerando al elevado costo de los procesos de construcción, así como el mantenimiento o rehabilitación se suman a esto los costos que ocasionan las vías en marcado deterioro, por tal, los ingenieros noveles e inclinados a esta especialidad profesional tendrán que enfrentarse al reto no poco importante que consiste en dotar estructuras eficaces de pavimentos utilizando cada vez presupuestos más pequeños. En los parámetros existentes para diseñar pavimentos es aceptable que para dimensionar estas estructuras se permita establecer las singularidades de los materiales en las diferentes capas del pavimento incluyendo también las dimensiones del espesor, por tanto el pavimento mantendrá un "índice" de servicio permisible durante su vida útil estimada. (Monografías, 2012).

De un tiempo a esta parte, la región de Madre de Dios ha incrementado sus actividades tanto extractivas como productivas, interconectándose entre las diversas comunidades y asentamientos humanos a través de vías desde carreteras asfaltadas, afirmadas, trochas carrozables, hasta caminos vecinales; éstos últimos cobran importancia desde la perspectiva económica porque prestan servicio para la integración con los mercados aportando así con el desarrollo de la región. El Gobierno Regional de Madre de Dios y los Municipios locales han impulsado el mejoramiento de éstas vías encontrándose con el principal inconveniente del tipo de suelo arcilloso característico de esta zona tropical, utilizando para su estabilización diversos materiales en algunos casos cemento en otros cal y en ocasiones material agregado, incurriendo en sobrecostos y en otros casos en el rápido deterioro de las vías.

En la antigüedad, para utilizar los suelos en un proceso constructivo se analizaban a través de métodos empíricos y, al igual que las demás actividades artesanales, dejaban su legado transmitiendo de generación en

generación. Hoy en día, los conocimientos en el campo de la construcción se sustentan, principalmente, con un fundamento científico obtenidos a través de estudios sistemáticos validados a través de experimentos en campo. Los materiales que constituyen el suelo de fundación son susceptibles a ser mejorados con material de préstamo de otras canteras o mediante la adición de elementos extra (verbigracia, cemento, cal o cloruro de sodio). Analizando los costos en el trabajo de estabilización, estos pueden ser demasiado altos si los materiales del suelo que se tiene para enmendar carecen de condiciones básicas. (Vargas, 2017).

La investigación propuesta tiene como realidad problemática la divergencia entre usar el cemento o cal en el trabajo de estabilización de los suelos en las obras de mejoramiento de caminos vecinales que comunican los diferentes distritos y centros poblados de la región de Madre de Dios; específicamente, se desconoce la dosificación adecuada del porcentaje de cemento o cal sabiendo que el uso del cemento como estabilizador de suelos debe limitarse entre 2 y 3% de cemento, dado que porcentajes mayores produce fisuramientos; así mismo, de acuerdo a experiencias previas en la estabilización de suelos en la región Madre de Dios, por lo general cuando se usa cal o cemento en el proceso de estabilización se plantea como objetivo estabilizar espesores entre 20 y 30 cm basados en criterios empíricos y sin un fundamento analítico.

A partir de la visión teórico práctica la presente investigación es justificable identificando la necesidad de determinar la mejor alternativa en la estabilización de suelos en la región Madre de Dios, utilizando cemento y cal respectivamente, señalando un adecuado porcentaje de dosificación del estabilizante estimando además el espesor de estabilización adecuado; desde la percepción económico social la infraestructura vial lleva de la mano el desarrollo económico de los pueblos mejorando así, la calidad de vida de los pobladores, con nuestros resultados se propenderá a disminuir los costos del proceso constructivo y los costos de mantenimiento de los caminos vecinales de la región Madre de Dios.

Dicho esto, el autor se propone como objetivo general: Realizar un paralelismo comparativo de la estabilización de suelos finos característicos de la región Madre de Dios empleando Cal y Cemento. Como objetivos específicos tenemos: OE 1 Dosificar adecuadamente el porcentaje de cal para proceder con la estabilización de suelos con alto contenido de arcilla en la región Madre de Dios; OE 2 Dosificar adecuadamente el porcentaje de cemento para proceder con la estabilización de suelos con alto contenido de arcilla en la región Madre de Dios; y como tercer objetivo: Diseñar el espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cal o cemento.

Finalmente el autor se plantea como hipótesis general lo siguiente: Una manera de evaluar una adecuada estabilización de suelos finos cohesivos como los de la región Madre de Dios, usando CAL o CEMENTO, sería haciendo un análisis de sensibilidad de la variación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados. Y como hipótesis específica: Una manera de dosificar adecuadamente el porcentaje de cemento o cal en la estabilización sería considerando como requerimiento mínimo la condición AASHTO ($CBR > 6\%$); Una manera de estimar el espesor de estabilización sería analizando el suelo de fundación estratificado hasta una profundidad de 1.5 metros.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Nacionales

Por antecedentes de investigación nacionales tenemos a: Rodriguez y otros (2019), en su trabajo de Tesis titulado: "Estabilización de suelos agregando cemento y cal hidratada para las vías afirmadas del poblado de Alto Trujillo, El Porvenir en la región La Libertad" tomó por objetivo determinar las características tanto mecánicas como físicas estabilizando los suelos agregando cal hidratada más cemento portland tipo I en carreteras con afirmado en la localidad de Alto Trujillo, encontrando los siguientes valores: Las muestras se obtuvieron de tres calicatas. El promedio de los resultados en granulometría se registraron, finos: 20.8%, arena: 35.60% y grava: 43.50%; en lo que respecta a finura; el índice de la finura caracterizada a través del módulo de finura se obtuvieron para suelo= 4.10 y para agregado= 3.18, así mismo, al practicar ensayos de resistencia al desgaste con la utilización de la máquina de laboratorio de Los Ángeles resultó un valor de 45.54% en promedio. Las muestras sometidas a los ensayos que propuso Atterberg se hallaron los siguientes datos: el LL resultó: 26.2% y el LP arrojó el valor de: 20.30% mostrando finalmente un índice de plasticidad de: 5.9%. Al experimentar los ensayos de equivalente de arena, se obtuvo el valor de: 36.39%. Debemos manifestar que los resultados obtenidos satisfacen lo requerido en la descripción de los ensayos especiales que consta en la tabla N°42, donde se consigna las especificaciones técnicas generales a tomarse en cuenta en construcción publicado como EG-2013

Así mismo indican que se adicionó como material estabilizante del suelo cemento portland tipo I a una dosificación del 30% y además cal en estado hidratado en la proporción de un 70%. Así, adicionando en un área de 20 m² cemento la cantidad de una bolsa de 42.5 kg. Al proceder con la técnica de Proctor Modificado, la muestra de suelo combinado con cemento incluyendo además cal hidratada se obtuvo el valor de 2.223 g/cm³ como Máxima Densidad Seca (MDS) y llegando a un Óptimo Contenido de Humedad (OCH) para el caso de 7.07 %. Las muestras de suelo practicadas con los

ensayos de CBR; con 95% de su MDS, adicionándosele cemento portland + Cal Hidratada al suelo granular en un 66.50 %. Finalmente, se concluyó que estabilizando el suelo adicionando cemento portland y cal hidratada, presenta un mejor perfil en las particularidades mecánicas y físicas iniciales del suelo, aumentando en un valor de 29.5 % el parámetro de capacidad de soporte en el suelo tratado, de esta forma se satisface los requerimientos y necesidades que sugiere la tabla 42 para su uso en el mejoramiento de la Sub-Base Granular o la capa superior que es Base Granular respectivamente. Estos resultados, si bien es cierto que han sido experimentados en la región de La Libertad ubicado en la costa peruana, se ha investigado la estabilización de suelos de características diferentes a las existentes en las zonas tropicales; sin embargo estos datos nos servirán para comparar valores y características con el producto a obtener en nuestra investigación, con la diferencia preestablecida que los estabilizantes utilizados cemento y cal han sido mezclados al mismo tiempo.

Aliaga y otros (2019) en su Tesis titulada “Comparación de estabilizaciones con cemento y emulsión asfáltica tratando bases granulares” planteándose el objetivo de “Analizar la estabilización del suelo utilizando cemento y emulsión asfáltica queriendo comparar resultados de aplicación a materiales de una base granular utilizando ensayos de laboratorio”; para aplicar la dosificación de materiales estabilizando el suelo con la utilización cemento portland, la adición del cemento se restringe en este caso al 5%. Para además adicionar 4, 6 y 8 % de agua al practicar la técnica de Proctor modificado. Los resultados obtenidos a través del ensayo de CBR para los agentes estabilizantes con contenidos óptimos al 100% tomando en cuenta la MDS son: para Suelo Natural 65.1%, mientras que para el Material suelo – Emulsión Asfáltica con una dosificación de 5.8%, 75.3%, y para el Material suelo – Cemento con una dosificación de: 5%, 153.5%. Por lo tanto se concluye: que la estabilización con una característica de CBR superior a todas corresponde a la adición de Material – Cemento Portland. La metodología utilizada para diseñar espesores en los niveles del pavimento fueron los propuestos en los métodos AASHTO de 1993, y como también el

método NAASRA, recomendado con este fin para caminos con volumen de escaso tránsito; teniendo los espesores hallados a través del Método AASHTO siendo estos los que a continuación se detallan: el espesor total para el material que recibe agentes estabilizantes es de 38cm, así mismo, el material estabilizado con cemento se obtuvo que requiere un espesor 28cm y para el material estabilizado con emulsión asfáltica el espesor calculado fue de 35cm. Finalmente. En conclusión tenemos que el suelo estabilizado adicionando cemento portland, al subir la resistencia del suelo, baja considerablemente el espesor del pavimento.

López y Ortiz (2018) en la tesis titulada “Estabilización de suelos finos arcillosos con la utilización de cal, propuesto para el mejoramiento de la subrasante en las vías de la urbanización San Luis en la localidad de Abancay” se planteó por objetivo la estabilización del suelo, agregando cal proporcionalmente, para así mejorar la capacidad de resistencia en la subrasante, utilizando para esto la metodología investigativa aplicada y tipo cuasi experimental buscando la mejora en la situación encontrada, con la colección de especímenes a través de calicatas se registraron los resultados detallados a continuación: adicionando cal a razón de 2%, 4%, 6% y 8%, se obtuvo que a la incorporación de 2% de cal el CBR registró un valor de 24.50%, con el 8% de cal el CBR se incrementó a 69%; en conclusión, comparativamente el suelo natural incorporado con Cal, reduce su plasticidad consiguientemente incrementa su capacidad de soporte.

Seguidamente, Palli (2016) en su investigación titulada “Guía básica para estabilizar suelos utilizando cal en vías de escasa frecuencia de vehículos ubicando su trabajo en las vías de la provincia de San Román” surgiendo el objetivo de conocer cuánto influye la adición de cal en la estabilización de suelos, tomando por metodología la investigación experimental, por el hecho que se manipula intencionalmente una variable; al incorporar Cal en porcentajes al suelo natural se obtuvo lo siguiente: el suelo natural agregado con Cal 2%, presentó un valor CBR de 25%, al agregar Cal en razón de 4% al suelo natural el CBR alcanzó a 44% y con la mezcla con 6% de Cal el CBR

registró el valor de 60% , concluyendo que, al adicionar Cal en porcentajes determinados al suelo natural éste baja considerablemente su condición plástica y luego incrementa su capacidad de soporte.

Como podemos observar en las investigaciones, se trata de utilizar el cemento portland como estabilizante de suelo, determinando porcentajes con los que mejoran las características del suelo bajo los indicadores del CBR resultantes, con lo cual tendremos una relativa comparación con nuestra investigación tomando en cuenta así mismo la ubicación del experimento que no es precisamente en zona tropical o selva peruana.

2.2 Antecedentes Internacionales

En trabajos de investigación previos encontramos a Sanchez, (2014), en la tesis de grado titulado, *“Estabilización de suelos expansivos con la incorporación de cemento y cal en el sector Calcical del Cantón Tosagua provincia de Manabí”*. trazándose como objetivo “la estabilización del suelo expansivo en el sector Calcical del Cantón en Tosagua, mediante la adición de cemento y cal, así disminuir su potencial de expansión”. Se realizaron diversos ensayos en varios sectores con la finalidad de conocer si la muestra exhibe las características singulares para efectuar la investigación presente, resultando el sector Cacical el de las adecuadas condiciones. Determinándose de esta forma que el material evaluado posee las características requeridas para recibir una estabilización sea tanto con la adición de cal como con la adición cemento, presentando un contenido de materia orgánica de 0.22% el cual es menor al 1% que se permite, en lo que respecta sulfatos solubles su contenido presenta 2039 ppm resultado que se encuentra dentro de lo permitido que es de hasta 10000 ppm. A través de las pruebas de rayos X se demuestra que el material contiene Montmorillonita en 10% de y a la vez 10% de Vermiculita, lo que concuerda con los datos de actividad del material. Motivo por el cual el suelo expresa el comportamiento expansivo, influenciado principalmente por los minerales descritos. En general, Los suelos en el lugar del estudio pertenecen a la clasificación del

suelo tipo CH (arcilla de alta plasticidad) según SUCS; en el método AASHTO se encuentran clasificados en el grupo A-7-6, correspondiendo al grupo de arcillas plásticas. En relación a sus límites de Atterberg, y otros. A través de los ensayos de granulometría por el método de hidrómetro resulta que la proporción en el contenido de arcilla (tamaño $< 2\mu$) explorado a 1m de profundidad resulta de 43% y cuando la profundidad es a 2m el porcentaje alcanza al 57%, entonces, a profundidades mayores a 2m los porcentajes de expansión son mayores. En el suelo que ha sido estabilizado adicionando 7% se ha conseguido alcanzar una disminución del 8.5% en el parámetro del LL, así mismo, un incremento en el índice del LP de 10%; en lo que respecta al IP se ha experimentado una reducción del 11.5%, luego, este valor es el que experimenta la mayor disminución en cuanto al IP, desde este punto dejan de presentar cambios que signifiquen alteración en este indicador. Con la adición de cemento a razón del 9 % se ha registrado el más bajo valor en lo que respecta al índice de plasticidad; disminuyendo hasta en 36% en relación al terreno natural. El LL en cambio, se incrementa alcanzando el 8% y el Límite de plasticidad experimenta un crecimiento del 61%. El valor de la MDS que se logra con el suelo disminuye en proporción a que se sube la adición con el agente estabilizador, también podemos observar que la humedad óptima de compactación paralelamente se incrementa, esto significa que al aplicar una energía de compactación leve pronto se alcanzará la densidad seca máxima que pueda mostrar el suelo tratado. Este fenómeno se debe a la existencia de un material extremadamente fino el cual necesitará mayor cantidad de agua para alcanzar hidratación. Llegando a las siguientes conclusiones: Con la estabilización del suelo se logra disminuir su potencial expansivo, así mismo bajar el grado de compactación. Los valores hallados al realizar repetidas pruebas de expansión libre así como presión de hinchamiento en especímenes inalterados son disminuidos a los hallados en especímenes remoldeados, lo cual es debido a que al trabajar el material en estado natural e inalterado, los ensayos muestran un porcentaje de saturación superior con relación al indicado en el método ASTM D4829, donde precisa que este parámetro (grado de saturación) debe llegar al 50% puesto que las grietas formadas por deshidratación no permitió el correcto

modelado de probetas necesarias para los ensayos de laboratorio. Al utilizar la adición de cal viva como agente estabilizante, se alcanza disminuir el indicador porcentual de hinchamiento de los suelos tratados, así, con un 3% la disminución alcanza el 20%, con la adición del 5% de cal el valor de hinchamiento expresado en porcentaje se disminuye hasta en 40% y con la adición del 7% de del agente estabilizante se logra disminuciones de 57%. A través de la utilización de 3 y 5% de cal se consigue disminuir el potencial que posee de hinchamiento de un valor alto a un valor medio, del mismo modo, con el 7% de cal se consigue un potencial bajo de hinchamiento. En cambio, adicionando cemento en 3%, el hinchamiento se reduce hasta en 57%, con la adición de cemento en un 5% la disminución alcanza el 74%, y utilizando el 7% de cemento se logra una reducción del 87%. Con la adición de cemento a razón del 3%, se observa que el potencial de hinchamiento muestra una disminución a un valor medio, al agregar el 5% se logra un reducir de un valor alto a bajo, finalmente destaca la adición del 7% resultando que el potencial referido a expansión se reduce de alto a un rango muy bajo. Los parámetros hallados en la presente investigación resultan ser válidos sola y exclusivamente en los suelos del sector Calcical del cantón. Razón por la cual, si se aplicara los resultados en distinto material con diferentes arcillas expansivas y en otras zonas, será necesario que se practique nuevas investigaciones con las características del suelo existente en cada sector.

Es real que cada suelo es diferente a otro inclusive si se trata de una misma zona, la recomendación de los investigadores que refieren a realizar las pruebas para estabilizar suelos con los diferentes métodos deben hacerse en cada zona de intervención con la construcción de una nueva vía, así en nuestro caso, más aún que nos encontramos en una zona tropical requerimos la experimentación con estabilizantes y de esta forma determinar los porcentajes de adición sea de cal o de cemento en proporciones adecuadas que estén dentro de los parámetros técnico y económicamente viables.

En el contexto tenemos la investigación de Altamirano y Diaz (2015) revisando su trabajo de tesis con título “Estabilización de suelos cohesivos utilizando Cal en caminos en la comuna de San Isidro del Pegón, perteneciente a Potosí-Rivas” planteándose el objetivo de alcanzar la estabilización de sus suelos con característica cohesiva de las vías, utilizando una combinación de cal, siguiendo como metodología investigativa la de un experimento, realizando el acopio de muestra de suelos a través de calicatas, sometiéndose estas a pruebas de laboratorio, obteniendo los resultados siguientes: el CBR del suelo natural con 3% de Cal resultó de 30.3%, con el suelo natural agregado el 6% de Cal se registró un CBR de 54.3%, con el suelo natural con 9% de Cal el CBR mostró el valor de 57%, mientras que la mezcla de suelo natural con 12% de Cal su CBR alcanzó a 29.5%, concluyendo que la Cal como agente estabilizador mejora en grandemente las características físicas de los suelos en estudio.

2.3 Teorías Relacionadas

Concepto de Suelo

De acuerdo con el MTC (2014). El suelo es el material fundamental en la construcción de una vía, sobre el cual se soporta la estructura de toda vía, así mismo, de éste dependerá la resistencia al esfuerzo que ejerza la carga de tránsito por la vía.

Subrasante

Se conoce como subrasante al suelo de fundación o cimentación (suelo natural que esté libre de materia orgánica y además compactado) en este componente se soporta el completamente la estructura de una vía. En su conformación este puede ser granular como también afirmado, seleccionados o cribados, empedrados u otras carpetas granulares, producto de cortes o extracciones de canteras, así mismo, estos materiales serán considerados con aptitud para conformar las capas estructurales de la subrasante con la condición que tengan $CBR \geq 6\%$. Si en caso fuera menor a este valor (subrasante Insuficiente o subrasante inadecuada), se tendrá que proceder con su estabilización, para el efecto se buscarán alternativas

en concordancia con la naturaleza de cada suelo, entre ellos tenemos: la estabilización química, la estabilización mecánica de suelos, estabilización con material geosintético, el reemplazo del material del suelo de cimentación, elevación del nivel de la rasante, o cambiar completamente el trazo de la vía, su elección será la más favorable en cuanto a técnica como económica posible. **EI CBR** viene a ser el valor relativo de soporte o la resistencia que pueda tener el suelo, en referencia al 95% de la MDS y a la vez resistente a una carga de penetración de 2.54 mm. Tal y como lo define el MTC (2014) .

Plasticidad

Según Juárez, y otros (2005) podemos encontrar suelos que siendo remodelados, a la vez modificando su tenor de humedad si fuera menester, adopta una característica singular en su consistencia, lo cual desde la antigüedad es conocida como condición plástica. Este tipo de suelos originalmente fueron denominados arcillas por los pobladores con dedicación a las artes de la cerámica; este vocablo llegó a usarse en la Mecánica de Suelos recientemente con igual significado. Entonces, el término plasticidad viene a ser una propiedad que muy claramente ha servido antes para hacer una clasificación de los suelos principalmente en forma descriptiva, pronto se notó que se relacionaban específicamente entre la plasticidad de un suelo y sus propiedades fisicoquímicas que determinan el comportamiento mecánico del material arcilloso. Desde ese instante, esta característica se volvió en una propiedad de ingeniería con estricto interés prioritariamente científico, obviando así ser considerada como una cualidad meramente descriptiva o de trabajabilidad cerámica; los trabajos de investigación posteriores han demostrado que la plasticidad que presenta un suelo es en mérito a las partículas más finas de forma laminar que la componen, siendo esta forma la que influye de manera importante en la característica de compresibilidad del suelo, sin embargo, mientras que el tamaño pequeño característico de estas partículas hace que la permeabilidad del todo sea muy baja; entonces, existe una estrecha relación entre la plasticidad y las diferentes propiedades físicas del suelo con capital importancia.

Seguidamente sobre los Estados de Consistencia, también conocidos como límites de plasticidad, Juárez, y otros (2005) nos indica que para dimensionar la plasticidad de las arcillas en el tiempo se han desarrollado múltiples criterios, entre los cuales solo Atterberg hizo notar que, primeramente, la plasticidad no era una característica permanente del material arcilla, más bien circunstancial y dependiendo esta condición de su cantidad de humedad. Una arcilla extremadamente seca es capaz de presentar la consistencia de un ladrillo, carente de plasticidad, luego esa misma arcilla con abundante humedad, puede mostrar las características de un lodo semilíquido o, hasta puede convertirse en una suspensión líquida. Entre los extremos bilaterales, existe un intervalo del contenido de agua donde la arcilla se exhibe en condición plástica. En segundo ítem Atterberg demostró que la plasticidad de un suelo para ser mostrada convenientemente requiere la utilización de por lo menos dos parámetros en vez de solamente uno, como hasta esa época se tenía por sabido; además, determinó esos parámetros y un método tentativo, hasta hoy perfeccionado. Según su contenido de agua en orden descendente, un suelo propenso de ser plástico puede adoptar cualquiera de los estados de consistencia definidos por Atterberg: estado líquido, seguido por el estado semilíquido, continuando el estado plástico, sucesivamente el estado semisólido y luego el estado sólido. Atterberg demostró que la plasticidad propia de una arcilla se es posible describir en términos de un par de parámetros: el límite líquido y el límite plástico, y el índice de plasticidad viene a ser diferencia entre el límite líquido y el plástico. El límite líquido, es el indicador del contenido de humedad para el cual el suelo muestra una cierta consistencia, presentando una resistencia al corte de 25 g/cm^2 . Contrariamente, la resistencia de diferentes suelos arcillosos en límite plástico no es constante, sino que puede variar ampliamente. En las arcillas muy plásticas, la tenacidad en el límite plástico es alta, debiéndose aplicar con las manos fuerte presión para formar los rollitos en laboratorio; sin embargo, las arcillas de baja plasticidad tienen poca tenacidad cuando se encuentran en el límite plástico

2.4 Ensayos

2.4.1 Granulometría

Considerando la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.128, el MTC (2016) normaliza el método que rige para practicar el análisis de granulometría por la técnica de decantación y el proceso de tamizado sometida a la muestra de suelos, siendo posible también realizar en forma combinada. Juárez y otros, (2005), describe que el ensayo de granulometría es la selección y distribución de materiales por tamaño con los que define sus características físicas, concluyendo que los materiales que poseen un comportamiento mejor son los de característica gruesa.

Clasificación de suelo. En este rubro el MTC (2014) precisa que es necesario conocer las peculiaridades de los suelos respecto a su granulometría, así mismo, su plasticidad e índice de grupo. Esta caracterización que se tiene de los suelos conduce a predecir el comportamiento muy cercano de estos.

Tabla 2.1 *Clasificación de suelos de acuerdo a índice de plasticidad*

Clasificación de Suelos AASHTO M - 145	Clasificación de Suelos SUCS D - 2487
A - 1 .a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A - 1 .b	GM, GP, SM, SC
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014).

2.4.2 Límites de Atterberg

En observancia al ASTM D 4318 – 05, referido por MTC (2016), es usado actualmente en la actividad ingenieril, con el término referido solamente a los límites líquido y plástico.

Limite liquido Como nos indica el MTC (2016) en el ensayo ASTM D 4318 – 05, el porcentaje de contenido de agua de un suelo que se encuentra entre el estado semilíquido el estado plástico, tal como coincidentemente afirma Shuan (2004), es la humedad que inferior a la cual el suelo tendrá un comportamiento como un material de característica plástica, entonces, el suelo se encuentra en el momento de modificar su característica al estado de un fluido viscoso.

Limite plástico Conforme al ASTM D 4318 – 05, citado por el MTC (2016), el porcentaje de contenido de humedad de un suelo encontrándose en el límite ubicado entre el estado plástico y el estado semisólido.

2.4.3 Proctor modificado

Como se refiere en el experimento N° 9 del primer taller de mecánica de suelos de la UNI (2006): es el ensayo que consiste en la compactación del material, usado básicamente en Laboratorio, con la finalidad de definir la relación entre el Peso Unitario Seco y Contenido de humedad del suelo compactado utilizando una moldura metálica de 6 ó 4” en diámetro impactado con un pisón de 10 lbf que debe caer de una distancia de 18”, resultando así una Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/pie³.

Igualmente, descrito por el Manual de Ensayo de Materiales MTC (2016), este ensayo contiene los pasos para ejercer la presión, los que se utilizan a nivel de laboratorio con la finalidad de definir la relación que existe entre el contenido de agua y la unidad de masa seca de la muestra de suelo.

2.4.4 California Bearing Ratio (CBR)

Como también se refiere en el experimento N° 19 del primer taller de mecánica de suelos de la UNI (2006) donde se describe el ensayo que determina el índice de resistencia de los suelos, conocido como valor de relación de soporte, CBR (*California Bearing Ratio, por sus siglas en inglés*), la prueba se efectúa utilizando muestras que se preparan en laboratorio para

tal fin de tal manera que las condiciones de humedad y densidad sean controladas, con la finalidad de obtener la capacidad de soporte de los suelos, sean éstos, subrasante, o sub-base o también base o en su defecto afirmados.

El Manual de Ensayo de Materiales del MTC (2016), nos señala que: se denomina CBR, al porcentaje de la presión impulsada por el pistón sobre la muestra de suelo, para ocasionar una penetración dada, en relación con la presión que corresponde a la misma penetración en una muestra patrón. Los detalles se observan en la Tabla 2.2

Tabla 2.2 *Características de la muestra patrón CBR*

Penetración		Presión		
Mm	plg	MN/m ²	kgf/cm ²	lb/plg ²
2.54	0.1	6.90	70.31	1.000
5.08	0.2	10.35	105.46	1.500

Fuente: Manual de ensayo de materiales MTC (2016).

2.5 Estabilización de suelos

Al respecto, el MTC (2014) indica que la estabilización de suelos está definido por los autores como el mejoramiento en las características físicas de un suelo a través de procesos mecánicos o sino también la incorporación de productos químicos, sean estos naturales o productos sintéticos. La estabilización de suelos, generalmente se efectúan en los materiales de subrasante caracterizados como inadecuado o Insuficiente, las estabilizaciones más conocidas son: suelo-cemento, suelo-cal, suelo-asfalto y otros diversos productos. A diferencia, si se quiere estabilizar una subbase granular o base granular, para conseguir un material de calidad mejor se le llama subbase o base granular tratada (con cal o con cemento o en su defecto con asfalto, etc).

La estabilización de un suelo está basado en aportar a este suelo, una resistencia mecánica y de conservación, además que estas características permanezcan en el tiempo. Existen diversas tecnologías y podemos

encontrar entre estos la incorporación de un suelo de préstamo, el agregado de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera que fuese el mecanismo que se use para estabilizar, el siguiente proceso será la compactación.

Los suelos característicos de las zonas tropicales como es el caso de la región Madre de Dios son suelos sumamente finos o con alto contenido de arcilla, motivo por el cual es necesario utilizar los conocimientos en estabilización de suelos de tal manera que se tenga un suelo de fundación de las carreteras con un soporte aceptable tanto técnica como económicamente.

Por otra parte ANCADE y otros (2010) sobre la Modificación y estabilización de suelos, indican que por razones de conservación del medioambiente y razones económicas, cuando se ejecutan obras de infraestructura del transporte, es de recomendar, usar mayoritariamente los suelos propios en la misma obra tanto para el uso de rellenos para terraplenes como para su respectiva coronación, así también fondos de desmonte, siendo las exigencias de calidad mayores por estar tan cercanas a las cargas de tránsito; sin embargo, frecuentemente estos suelos no cuentan con las características deseadas. En estos casos se conoce ampliamente diversos productos indicados para tratar los suelos con la finalidad de reducir su sensibilidad a la humedad e incrementar en mayor o menor medida su resistencia a la deformación bajo cargas. Los materiales mayormente utilizados son los conglomerantes siguientes: cementos generalmente con aditivos, y cales aéreas. Estos materiales pueden utilizarse ya sea en polvo o sea formando lechada. Se incorporan al suelo, generalmente in situ, luego son compactados fuertemente y finalmente se curan. También es posible utilizar ligantes bituminosos y otros productos químicos, pero en la actualidad su utilización es muy escasa, entre múltiples razones por alto costo. Los cementos, en el proceso de fraguado y al hidratarse los silicatos y aluminatos cálcicos anhidros, reaccionan produciendo uniones entre las partículas del suelo, bajando así su sensibilidad a la humedad y, en función del contenido de estabilizante pueden aumentar ampliamente la resistencia a la deformación del suelo tratado y mostrar una cierta resistencia a la tracción.

Los estabilizantes son buenos para tratar tanto los suelos granulares como los suelos de grano fino, a no ser que sean exageradamente plásticos o se encuentren con excesiva humedad. Si este es el caso, es conveniente antes un tratamiento con cal o su estabilización con cal. Las cales aéreas al combinarse con el suelo fino arcilloso llegan a producir una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, con la consiguiente formación de grumos friables. Un suelo tratado con una pequeña adición de cal, cambia su aspecto pasando a ser “granular”, lo cual es más fácil de manipular. Las reacciones químicas presentes en la estabilización reducen rápidamente la plasticidad del suelo por ende su hinchamiento, mejoran su compactabilidad e incrementan notablemente su capacidad de soporte. Luego comienza una reacción puzolánica lenta, esta se acelera con la temperatura, formando silicatos y aluminatos cálcicos hidratados. La resistencia mecánica del suelo va aumentando a medida que pasa el tiempo y varía la temperatura, a medida que reaccionan estos compuestos químicos, en forma similar que en el caso de los cementos, van formando puentes de unión entre las partículas del suelo.

2.5.1 Estabilización con cal

La dosificación está condicionado al tipo de arcilla, así, se agregará de 2% a 8% de cal por unidad de peso seco de suelo, en ningún caso se empleará más del 8% de cal, porque este incremento aumentará la resistencia consiguientemente la plasticidad. La utilización de los materiales que sirven para la formación del suelo-cal estos deben ser limpios y no deben tener en su contenido materia orgánica más de 3% de su peso. La cal que se use en el proceso constructivo del suelo-cal puede ser cal viva o sino también hidratada pero debe cumplir los requisitos detallados en la Especificación de AASHTO M-216 o NTP N° 334.125.2002 Cal viva y cal hidratada para estabilización de suelos, MTC (2016).

2.5.2 Estabilización con cemento

La incorporación de cemento, tiene la finalidad de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, sin alcanzar a condiciones de rigidez parecidas a morteros hidráulicos. Para conseguir una estabilización que sea del tipo flexible, la proporción de adición de cemento debe fluctuar entre 1% a 4%, conllevando esta inclusión a bajar la plasticidad a la vez incrementar levemente la resistencia. MTC (2016)

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Según refiere Hernández (2014) se conoce como investigación aplicada, a una investigación dirigida a la realidad, siendo ésta orientada a la sociedad para solucionar los problemas cotidianos, del mismo modo, como resultado tiene respuestas concretas o palpables.

Con esta premisa la investigación será de tipo aplicada, desde el punto de vista que se trabajará con orientación a solucionar un problema latente en el mejoramiento de caminos vecinales y carreteras, siendo este la estabilización de los suelos donde se soporta el pavimento.

3.1.2 Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo se basa en el acopio de datos para luego contrastar una hipótesis, basándose en la precisión numérica y el análisis estadístico, con las que se establece modelos de comportamiento y llegar a probar teorías. Hernandez, (2014)

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo ya que nuestros resultados estarán traducidos en valores porcentuales tanto en el análisis del CBR como en los resultados de plasticidad de los suelos, así mismo, si el caso lo requiere se estará procediendo a determinar los resultados con análisis estadísticos complementarios.

3.1.3 Diseño de la investigación

El diseño a utilizarse en nuestro trabajo de investigación fue experimental. Experimento lo define Hernandez, (2014) como la posición de control desde donde se manipulan intencionalmente, una o más variables independientes (siendo éstas las causas) para analizar directamente las consecuencias de esa manipulación que ejerce sobre una o más variables dependientes (denominadas efectos).

En la presente investigación las muestras serán sometidas a tratamientos con variadas proporciones en la incorporación de materiales estabilizadores de suelos, por lo que resultado de esta manipulación tendremos resultados fruto del experimento planteado, por lo que las variables mostrarán un cambio en sus características originales.

3.1.4 Nivel de la investigación

En el presente trabajo el nivel de investigación es cuasi experimental; según refiere Arias (2012) este diseño de investigación es “casi” un experimento, a no ser por la inconcurrencia del control en la conformación inicial de los grupos, ya que estos, al no ser dispuestos al azar los sujetos; no se tiene seguridad respecto a la homogeneidad o equivalencia de los grupos, lo que afectará la posibilidad de confirmar que los resultados son producto de la variable independiente o tratamiento. Los grupos que refiere la afirmación son: el grupo experimental (Ge), que recibe el tratamiento (X); y el grupo control (Gc), éste último sólo nos servirá de comparación ya que no recibe ningún tratamiento.

3.2 Variables y operacionalización

Variable es una singularidad o cualidad; expresado en magnitud o cantidad, que puede experimentar modificaciones, y que es susceptible a ser analizado, mensurado, manipulado o controlado en un trabajo de investigación, estas se dividen en dependientes e independientes, la variable dependiente indica las variables a explicar los efectos y resultados respecto a los que habrá que encontrar un motivo o razón de ser, la variable independiente son las explicativas, cuya asociación o influencia en la variable dependiente se pretende descubrir en el trabajo de investigación. Arias, (2012)

Las variables e indicadores fueron elaborados en relación a la matriz de consistencia, son los siguientes:

Variable 1 : Estabilización de suelos. Se constituye la variable dependiente donde se traduce los efectos que pudieran ocasionar con el uso de los estabilizantes propuestos en la presente investigación.

Variable 2 : Dosificación de cal y cemento. Esta variable viene a ser la variable independiente desde el punto de vista que va a causar los efectos esperados en los suelos tratados con la adición de agentes estabilizantes como son el cemento y la cal respectivamente.

(La Operacionalización de variables se aprecia en el anexo 1).

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La población, o precisamente población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos que comparten similitudes para los que serán extensivas las conclusiones de la investigación. La población queda delimitada por el problema y por los objetivos de la investigación. Arias, (2012). En nuestro estudio la población es la carretera vecinal de Chonta a la carretera interoceánica sur Km 16.2 Puerto Maldonado – Cusco, distrito de Tambopata, región Madre de Dios.

3.3.2 Muestra

La muestra viene a ser subconjunto representativo de carácter finito que se toma de la población accesible Arias, (2012). En ese entender la muestra en nuestro trabajo de investigación constituye las progresivas 0+209 y 0+709 de la carretera vecinal de Chonta a la carretera interoceánica sur Km 16.2 Puerto Maldonado – Cusco.

3.3.3 Muestreo

Para seleccionar la muestra se utiliza una técnica o procedimiento denominado muestreo. Para este fin se considera dos tipos básicos de muestreo: Probabilístico o Aleatorio y No Probabilístico. Donde el muestreo Probabilístico o Aleatorio viene a ser un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada uno de los elementos de integrar la muestra. Mientras que el muestreo no probabilístico: es un procedimiento de selección donde se desconoce la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra. Arias, (2012). En el presente trabajo de

investigación el muestreo fue del tipo no probabilístico, tomándose las muestras a criterio del investigador.

3.3.4 Unidad de análisis

Una unidad de análisis es también denominada casos o elementos. Aquí el interés se concentra en “qué o quiénes”, o sea, en los participantes, sean estos objetos, sucesos o comunidades de estudio denominándoseles las unidades de análisis, dependerá de la forma en que se plantea la investigación y de los alcances del estudio, Hernandez, (2014). En nuestro estudio la unidad de análisis es la sub rasante de la carretera vecinal de Chonta a la carretera interoceánica sur Km 16.2 Puerto Maldonado – Cusco, distrito de Tambopata, región Madre de Dios, el tramo comprendido desde la progresiva 0 + 200 a 0 + 800.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Técnica Observación Directa

La técnica empleada fue principalmente la observación directa, la cual según Arroyo, (2020) la observación directa consiste en el contacto directo que tiene el investigador entre un acontecimiento o aspecto característico del problema, apoyándose en instrumentos de observación como guía de observación así como fichas de levantamiento de datos a nivel de campo para interpretarlos adecuadamente.

En consecuencia, en la presente investigación se usa la técnica de observación directa de acuerdo al estudio y análisis del ensayo de CBR de la muestra de suelo, utilizando criterios, formulaciones y conceptos de diseño estipulados en las normas técnicas así como también libros, en su defecto artículos, y tesis de investigación relativos al tema que motiva la Tesis.

El presente trabajo de investigación se desarrolló aplicando la técnica de observación directa que permitió la recolección de los datos requeridos.

3.4.2 Instrumentos

Ficha de obtención o acopio de datos, según Rojas, (2011) refiere que es un instrumento de trabajo o de campo, que contiene la información requerida y conlleva a interpretar todos los elementos del estudio, y pudiendo reflejar en su contenido el problema estudiado.

Los instrumentos empleados en nuestra investigación fueron fichas definidas de recolección de datos.

3.4.3 Validez

Validez está definido como el grado o precisión que tiene un instrumento en el proceso de medir la variable que se quiere estudiar Hernandez, (2014).

Con la finalidad de dar validez a todos los ensayos realizados para la investigación, se verifica con el certificado de calibración de los equipos de laboratorio vigente a la fecha. (ver anexo 6).

3.4.4 Confiabilidad

La confiabilidad está definida como el grado en que un instrumento ofrece resultados consistentes y coherentes. En este sentido, la confiabilidad de un instrumento que medirá con precisión, está referida al grado en que su utilización repetitiva en el mismo individuo o espécimen produce siempre los mismos resultados. Hernandez, (2014). En consecuencia se trabajó con una confiabilidad del 95% los pormenores son descritos en el acápite de análisis estadístico.

3.5 Procedimiento

En la ejecución de la Tesis se consideró 2 etapas fundamentales:

- Obtención y análisis de datos (ensayos diversos y tratamiento de datos).
- Consecución de resultados (emisión de conclusiones).

Para la recolección de datos, se dio inicio con el muestreo de suelo realizando para el efecto dos calicatas en la carretera objeto del estudio

posteriormente se efectúa los ensayos de laboratorio tal como se describe a continuación:

3.5.1 Exploración de suelos

Se realizó 02 calicatas de 1.5 metros de profundidad, con un distanciamiento de 500 metros una de otra, de las cuales se procedió a la extracción del suelo obteniendo así las muestras que requiere el estudio. Dichas calicatas están ubicadas en las progresivas C – 1: 0+209 y C – 2: 0+709 de la carretera vecinal de Chonta a la carretera interoceánica sur Km 16.2 Puerto Maldonado – Cusco.



Figura 3.1 Excavación y toma de muestra C-1
Fuente: Propia elaboración



Figura 3.2 Excavación y toma de muestra C – 2
Fuente: Propia elaboración

3.5.2 Ensayos de laboratorio

a) Análisis granulométrico de suelos por tamizado

Se efectuó el ensayo de Granulometría por tamizado de las dos muestras de suelo según MTC E 107 basado en la ASTM D 422.

Se utilizaron equipos y materiales siguientes:

- Balanza con precisión de 0.01 gramos.
- Estufa
- Tamices de malla cuadrada



Figura 3.3 Granulometría por tamizado C - 1
Fuente: Propia elaboracion



Figura 3.4 Granulometría por tamizado C – 2
Fuente: Propia elaboracion

Una vez concluido el análisis granulométrico y obtenido por este medio la gradación de las muestras se continuó con el procedimiento de los ensayos de laboratorio, primeramente la determinación de los límites de consistencia, luego el ensayo de Proctor modificado para finalmente realizar la prueba de California Bearing Ratio (CBR).

b) Ensayos para límites de consistencia

La determinación del límite líquido de los suelos se efectuó conforme a los procedimientos detallados en la norma MTC E 110 en concordancia con la NTP 339.129. SUELOS. El cuál es el método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. En el laboratorio se requirieron los siguientes equipos y materiales:

- Recipiente de porcelana para almacenaje
- Aparato del límite líquido o de Casagrande
- Acanalador
- Calibrador
- Recipientes o pesa filtros
- Balanza de precisión con sensibilidad de 0.01 g.
- Estufa
- Espátula
- Agua destilada.

La determinación del límite plástico de los suelos inclusive el índice de plasticidad se trabajó de acuerdo a los métodos detallados en el MTC E 111 con referencia a la NTP 339.129. Para este ensayo requirieron los siguientes equipos en el laboratorio:

- Espátula de hoja flexible
- Recipiente de porcelana para almacenaje
- Balanza con aproximación a 0.01 g.
- Horno o estufa a 110°C
- Tamiz de 426 μm (Nº 40)
- Agua destilada

- Vidrios de reloj
- Superficie de rodadura (vidrio grueso esmerilado)

El índice de plasticidad de un suelo resulta de la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico procedimiento indicado en la NTP 339.129.



Figura 3.5 Determinación del límite líquido y límite plástico C - 1
Fuente: Propia elaboración



Figura 3.6 Determinación del límite líquido y límite plástico C - 2
Fuente: Propia elaboración

c) Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado)

Con la finalidad de determinar la relación entre el contenido de humedad y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación), procedemos a practicar el ensayo de Proctor modificado según el método MTC E 115 con referencia a la NTP 339.141 y ASTM D 1557: que describe el método de ensayo para la compactación del suelo en condiciones de laboratorio utilizando con este fin una energía modificada ($2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\,000\text{ pie}\cdot\text{lb}/\text{pie}^3$)). Para el procedimiento se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Molde de 6 pulgadas de diámetro interior
- Pisón o martillo manual
- Extractor de muestras
- Balanza con una aproximación de 1 gramo
- Horno de secado
- Regla metálica rígida
- Tamices o mallas
- Herramientas de mezcla.



Figura 3.7 Ensayo de Proctor modificado
Fuente: Propia elaboración

d) CBR de suelos (en laboratorio)

Para la determinación del índice de resistencia de los suelos que se le denomina también valor de la relación de soporte muy conocido como CBR (California Bearing Ratio) realizamos la prueba con el suelo preparado en laboratorio considerando condiciones determinadas de humedad y densidad, guiándonos en el método MTC E 132 del manual de ensayo y materiales del MTC; basado en el método ASTM D 1883 (*standard test method for CBR of laboratory-compacted soils*).

Los equipos utilizados en el ensayo son los siguientes:

- Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen.
- Molde de metal, cilíndrico de 6 pulgadas de diámetro
- Disco espaciador, de metal, de forma circular
- Pisón de compactación
- Aparato medidor de expansión
- Pesas anulares con una masa total de 4.54 kg y pesas ranuradas de 2.27 kg
- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm
- Tanque, con la capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua
- Estufa
- Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g
- Tamices
- Misceláneos de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde



Figura 3.8 Prueba de penetración para la determinación del CBR
Fuente: Propia elaboración

3.5.3 Adición de cal y cemento

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos de laboratorio con las muestras de terreno natural se procedió a hacer la mezcla de terreno natural con la adición de cal y cemento en las proporciones de 2%, 4% y 6% del terreno natural respectivamente luego se pasó a efectuar los ensayos para la determinación de límites de consistencia, Proctor modificado seguido de CBR a cada una de las mezclas tanto al agregarle cal como de cemento.



Figura 3.9 Adición de 2%, 4% y 6% de cal a la muestra de terreno natural
Fuente: Propia elaboración



Figura 3.10 Adición de cemento 2%, 4% y 6%, a la muestra de terreno natural

Fuente: Propia elaboración

3.5.4 Diseño del espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cal o cemento

Para diseñar el espesor adecuado de estabilización con cal o cemento que sobrepase los límites inferiores recomendados por el MTC el cual indica que el CBR debe ser $\geq 6\%$, evaluamos los espesores de terreno estabilizado tanto con cal como con cemento aplicando la fórmula para hallar el valor ponderado del CBR que es el siguiente:

$$CBR_p = \frac{D_{S1}^3 CBR_1 + D_{S2}^3 CBR_2}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$

Donde:

CBR_p = CBR Ponderado

D_{S1} = Espesor de Suelo Estabilizado

D_{S2} = Espesor de Terreno Natural

CBR_1 = CBR de Suelo Estabilizado

CBR_2 = CBR de Terreno Natural

Asumiendo los valores de CBR obtenidos en las pruebas de laboratorio para las mezclas de 2% y 4% de cal o de cemento con el terreno natural detallados en la figura siguiente:

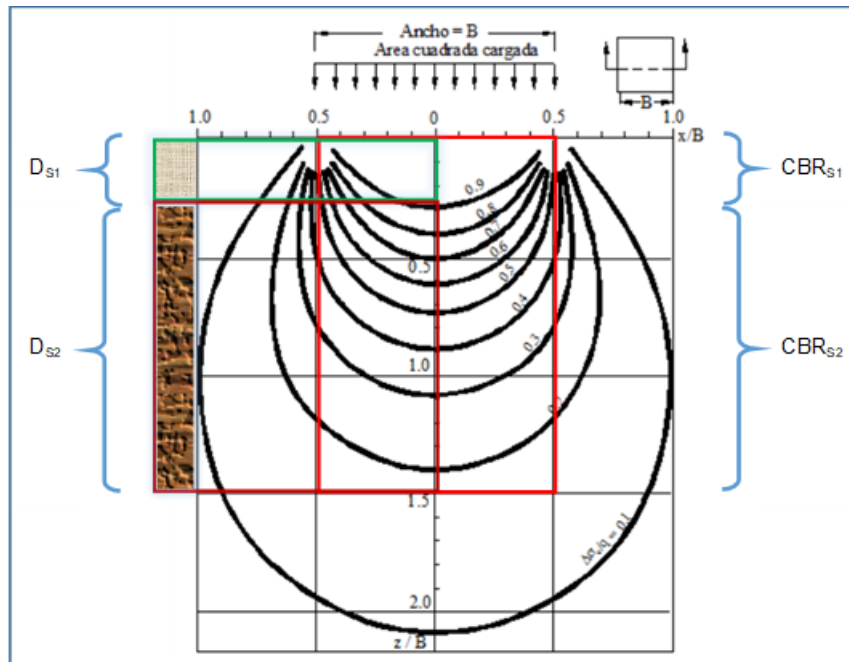


Figura 3.11 Datos para la evaluación de CBR ponderado del suelo estabilizado y el terreno natural
Fuente: Elaboración propia con apoyo del gráfico bulbo de presiones modelo Boussinesq

3.6 Método de análisis de datos

Se practicó un análisis cuantitativo, puesto que los datos obtenidos por medio de las fichas de control muestran valores numéricos que deben ser representados en gráficos de diversa índole utilizando el software Microsoft Excel, así mismo, en la validación de la hipótesis se trabajó con la estadística inferencial utilizando para el análisis el software SPSS v26.

3.7 Aspectos Éticos

En el presente trabajo de investigación los procedimientos, datos y resultados están regidos considerando la responsabilidad, honestidad, veracidad y confiabilidad, plasmado en las conclusiones que servirán en la aplicación práctica así podrán ser corroborados de acuerdo al código de ética que ordena la sociedad en su conjunto.

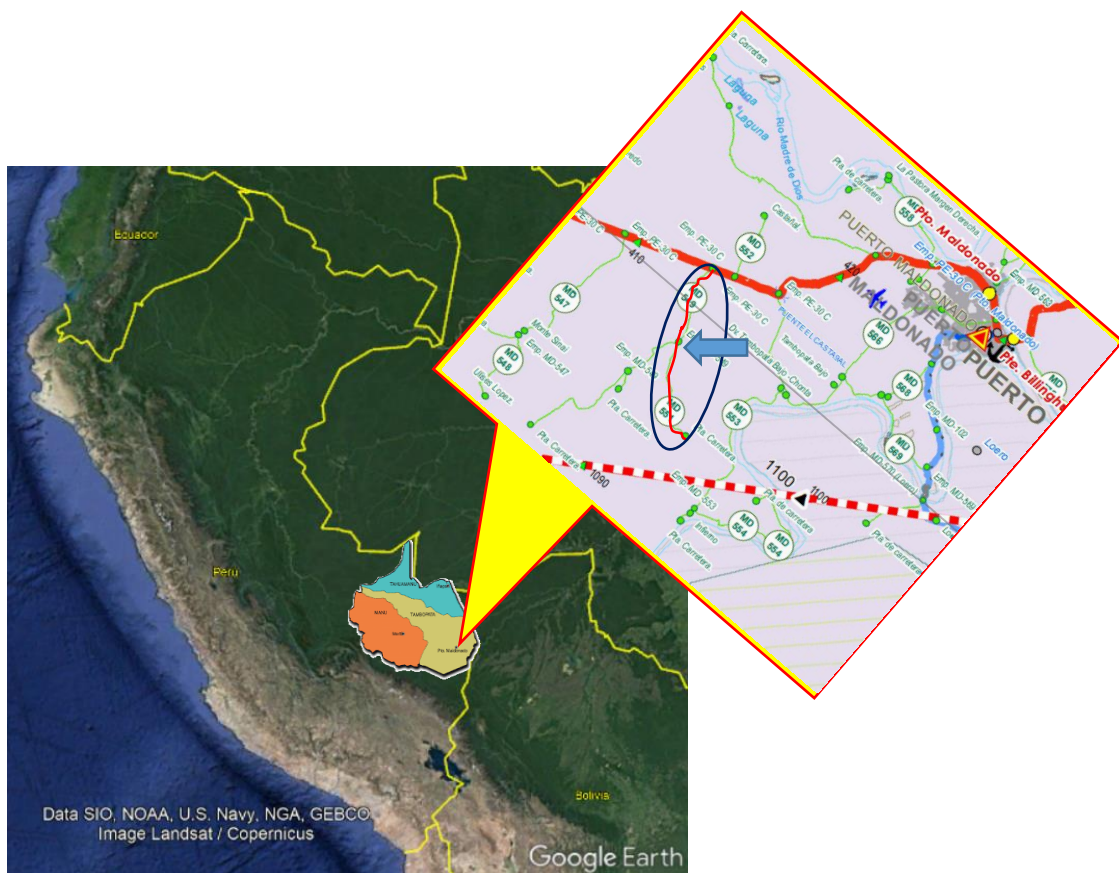
IV RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

4.1.1 Ubicación del proyecto

La presente investigación se realizó en la Carretera vecinal de Chonta a la carretera interoceánica sur km. 16.2 Puerto Maldonado Cusco, en el distrito de Tambopata, provincia de Tambopata y departamento de Madre de Dios.

Figura 4.1 Ubicación del Proyecto



Fuente: Elaboracion propia Según Mapa de Madre de Dios.

4.1.2 Límites

- Norte : con el distrito de Las Piedras.
- Sur : con el distrito de Laberinto y la provincia de Manu.
- Este : con el distrito Las Piedras y la República de Bolivia.
- Oeste : con la provincia de Manu.

4.1.3 Ubicación geográfica

El distrito de Tambopata presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 12° 34' 36" Longitud Oeste 69° 11' 09" contando con un área de 22,218.56 km² aproximadamente con una altitud media de 186 m.s.n.m. Según el INEI censo 2012 contaba con una población de 81,925 habitantes.

4.1.4 Clima

El clima que posee el distrito de Tambopata es tropical, los veranillos son cortos, cálidos, mojados y generalmente nublados; los inviernos son a la vez cortos, calurosos y nubosidad parcial y está opresivo durante el año íntegro. A lo largo del año, la temperatura ambiental varía en los rangos de 18 °C a 32 °C; en épocas de friaje que son las más raras baja a menos de 13 °C y en pocas veces la temperatura sube a más de 36 °C.

4.2 OE 1, 2 Dosificar adecuadamente el porcentaje de cal o cemento en el proceso de estabilización de suelos arcillosos en la región Madre de Dios.

Primeramente para clasificar el tipo de suelo luego determinar el índice de resistencia de los suelos, las muestras extraídas y llevadas a laboratorio fueron sometidas independientemente a los siguientes ensayos.

- Análisis granulométrico
- Límites de consistencia
- Proctor modificado
- CBR

Obteniéndose los siguientes resultados:

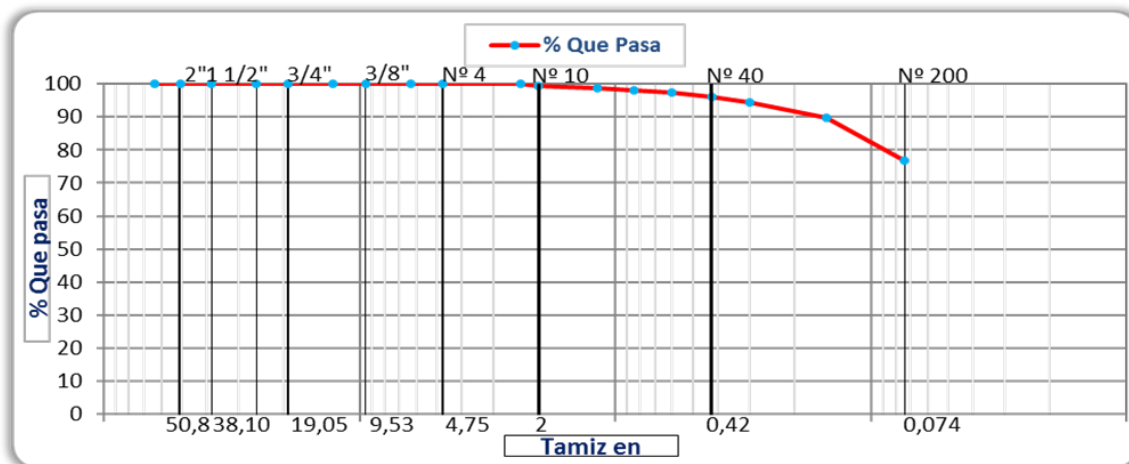


Figura 4.2 Curva granulométrica de terreno natural
Fuente: Propia elaboración

De la Figura 4.2 se determina que el tipo de suelo pertenece a la clasificación según SUCS de CL ó Arcilla de baja plasticidad.

Tabla 4.1 Resumen de resultados de pruebas en muestras de terreno natural

PARÁMETRO \ CALICATA		C-1	C-2
PROF. CALICATA (m)		1.5	1.5
PROF. NF(m)		-	-
HUM. (%)		7.9	8.1
GRANULOMETRIA	% GRAVA	0	0
	% ARENA	21.7	23.3
	% FINOS	78.3	76.7
CLASIFICACION	SUCS	CL	CL
	AASHTO	A-6 (16)	A-6 (16)
LIM. DE CONSISTENCIA	LL	37.43	37.65
	LP	23.20	22.22
	IP	14.23	15.43
PROCTOR MODIFICADO	MDS g/cm3	1.75	1.81
	OCH (%)	11.60	11.29
CBR	AL 95 % MDS (%)	8.42	7.72
	AL 100 % MDS (%)	11.23	10.52

Fuente: Elaboracion propia a partir de datos obtenidos 2022.

De la Tabla 4.1 se determinó que el suelo más crítico constituye el terreno natural de la calicata C – 2, como se observa muestra un CBR al 95% MDS

del 7.72%, razón por la cual se procedió a adicionar independientemente Cal y Cemento en proporción de 2%, 4% y 6% respectivamente, obteniéndose los siguientes resultados:

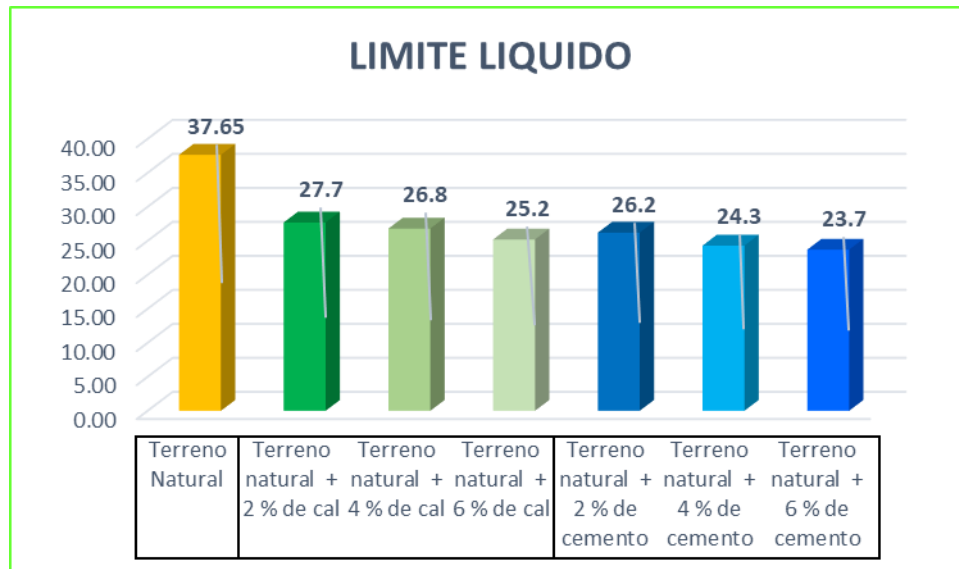


Figura 4.3 Límite líquido
Fuente: Propia elaboración

En la Figura 4.3 se observa que el límite líquido del terreno natural (37.65%) se reduce en un promedio de 11.08 puntos en el porcentaje de humedad a medida que se adiciona cal y 12.92 puntos al adicionar cemento e razón de 2%, 4% y 6% respectivamente del terreno natural seco, notándose una diferencia de 1.3 puntos en promedio entre las muestras con la incorporación de cal o con la incorporación de cemento; sin embargo las muestras de terreno natural más cemento registra mayor reducción del límite líquido comparado con la adición de cal.

Asimismo, en la Figura 4.4, se puede ver comparativamente el comportamiento de la muestra de terreno natural agregada de cal y cemento a razón del 2%, 4%, y 6% respectivamente, notándose una escasa disminución de los valores de límite plástico tanto con la muestra testigo como entre las muestras con adición de material estabilizante.



Figura 4.4 Límite plástico
Fuente: Propia elaboracion

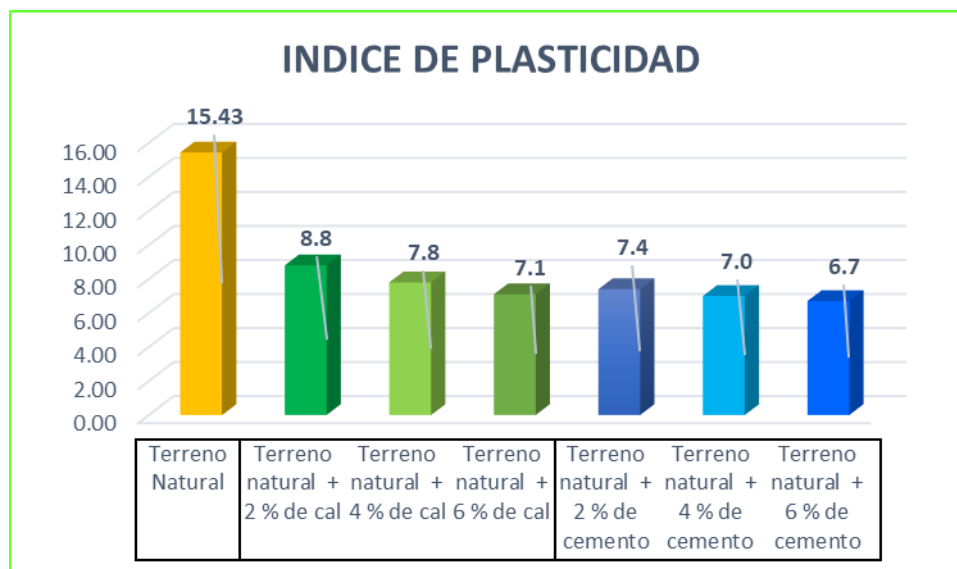


Figura 4.5 Índice de plasticidad
Fuente: Propia elaboracion

En lo que respecta al índice de plasticidad en la Figura 4.5 se observa que la adición del agente estabilizante cal reduce considerablemente los valores IP llegando de 15.43 del terreno natural a 8.8 en el caso de la adición del 2% de cal a 7.8 adicionándosele el 4% de cal y 7.1 con el agregado del 6% de cal. Se registra mayor reducción del índice de plasticidad al adicionar cemento a las muestras de terreno natural siendo la mayor reducción en el caso de la adición del 6% de cemento a un valor de 6.7 de IP, luego a 7.0

con la adición del 4% de cemento, finalmente con la adición del 2% de cemento el IP del suelo + cemento muestra el valor de 7.4.

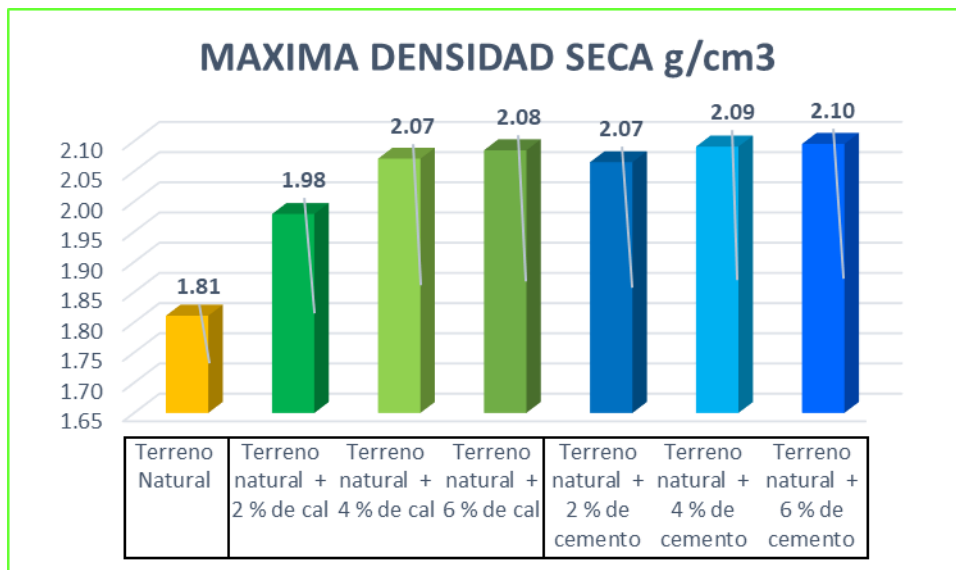


Figura 4.6 Máxima densidad seca
Fuente: Propia elaboracion

En la Figura 4.6 se muestra el incremento de la Máxima Densidad Seca (MDS) que se ha obtenido a través de los ensayos de Proctor Modificado expresado en gramos por centímetro cúbico, iniciando con el valor de 1.81 g/cm³ para el terreno natural, incrementándose con la adición del material estabilizante, tal es el caso de la adición de cal al 2% el valor es de 1.98 g/cm³, al 4% de cal resulta 2.07 g/cm³ y a la adición del 6% de cal + terreno natural el valor MDS es de 2.08 g/cm³, con la adición de cemento como agente estabilizante observamos valores relativamente similares a los obtenidos con la mezcla de cal, siendo para el 2% de cemento el valor MDS alcanza 2.07 g/cm³, en cambio con el 4% de cemento se incrementa el valor a 2.09 g/cm³, mientras que para la adición del 6% de cemento tenemos una MDS de 2.10 g/cm³

En la Figura 4.7, se aprecia los datos del Óptimo Contenido de Humedad (OCH) expresados en porcentaje, donde podemos observar que el valor para la muestra de terreno natural es de 11.29%, incrementándose este valor a medida que se adiciona los agentes estabilizantes desde 2%, 4% hasta 6% del terreno natural seco, obteniéndose para la adición del 2% de cal el

12.18% de OCH, para la adición del 4% de cal es de 12.46% de OCH y con la adición del 6% de cal el OCH es de 12.85%; en comparación, con el uso del cemento como agente estabilizante se experimenta un menor incremento que con la adición de cal, siendo los datos los siguientes: para la adición del 2% de cemento el porcentaje del OCH es de 12.14% mientras que para el 4% de cemento se observa un OCH de 12.39% y, para la adición de cemento en la proporción del 6% tenemos un valor de 12.50% como Optimo Contenido de Humedad del suelo en estudio.

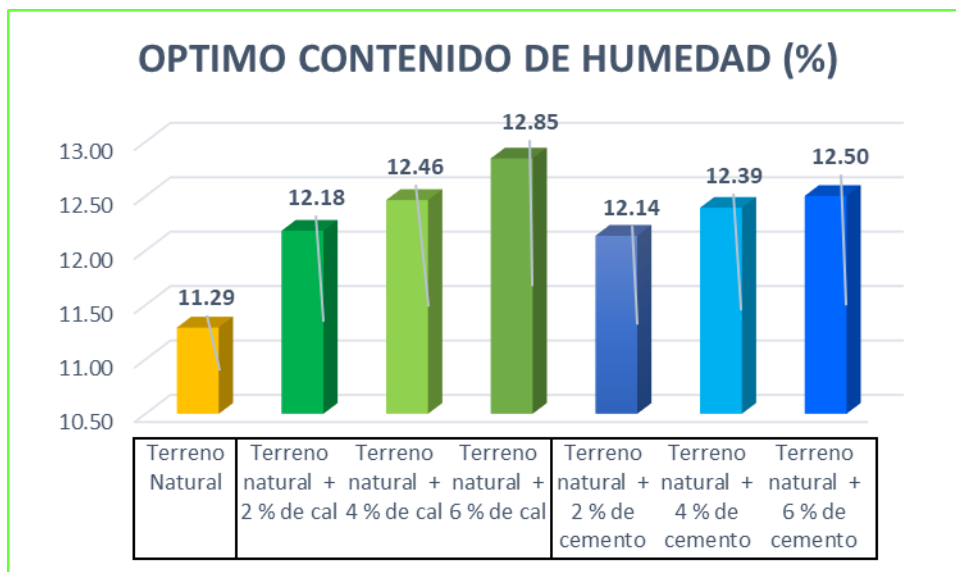


Figura 4.7 Óptimo contenido de humedad (%)
Fuente: Propia elaboracion

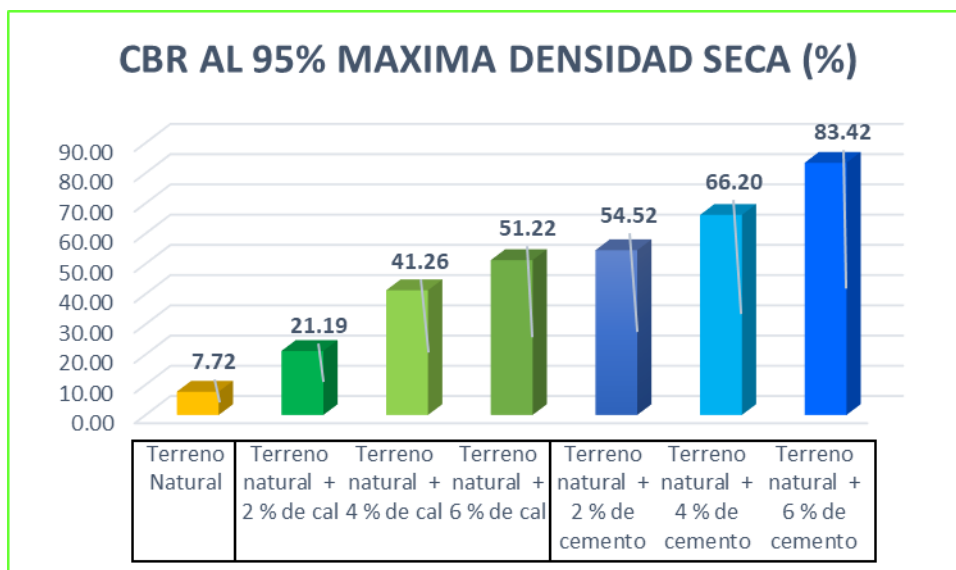


Figura 4.8 California Bearing Ratio CBR
Fuente: Propia elaboracion

Las muestras sometidas al procedimiento del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) tienen como resultado el valor de relación de soporte del suelo, en nuestro estudio los valores obtenidos se observan en la Figura 4.8 donde el CBR del terreno natural o muestra testigo es de 7.72%, al adicionar cal a las muestras de terreno natural se registra un aumento en el índice de soporte del suelo alcanzando este valor a 2% con la adición de cal un CBR de 21.19%, para la adición de 4% de cal observamos un valor de 41.26%, mientras que para el terreno natural más 6% de cal el índice se incrementa a 51.22%; sin embargo, los valores encontrados en el ensayo CBR de las muestras de terreno natural más cemento se experimenta un incremento mayor al observado en los resultados de la adición de cal a las muestras, así, tenemos que al adicionar 2% de cemento al terreno natural se tiene un CBR de 54.52%, con la adición del 4% el incremento en el valor llega a 66.20%, finalmente con la adición del 6% de cemento al terreno natural se obtiene un CBR de 83.42%.

4.3 OE 3 Diseñar el espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cal o cemento

Para el diseño del espesor adecuado de estabilización se trabajó con los valores de CBR obtenidos en los ensayos realizados con las mezclas de terreno natural adicionando 2% y 4% tanto de cal como de cemento los valores son los siguientes:

Terreno natural + Cal 2%	CBR 21.19%
Terreno natural + Cal 4%	CBR 41.26%
Terreno natural + Cemento 2%	CBR 54.52%
Terreno natural + Cemento 4%	CBR 66.20%
Terreno natural	CBR 7.72%

Se practicó la fórmula para hallar el CBR ponderado que es la siguiente:

$$CBR_p = \frac{D_{S1}^3 CBR_1 + D_{S2}^3 CBR_2}{(D_{S1})^3 + (D_{S2})^3}$$

Donde:

CBR_P = CBR Ponderado

D_{S1} = Espesor de Suelo Estabilizado

D_{S2} = Espesor de Terreno Natural

CBR_1 = CBR de Suelo Estabilizado

CBR_2 = CBR de Terreno Natural

Primeramente reemplazamos la fórmula con nuestros datos con un espesor de 0.30 m (30 cm) de la siguiente forma:

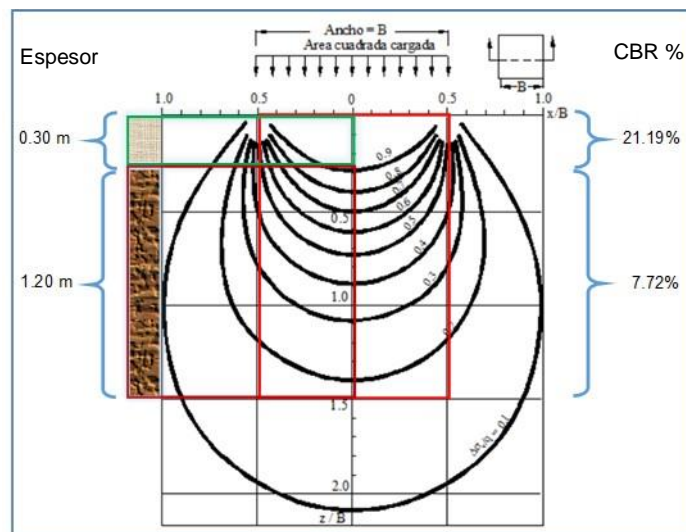


Figura 4.9 Espesor de estabilización 01: 0.30 m
Fuente: Propia elaboración

Espesor de estabilización de 0.30 m con una mezcla de terreno natural + cal 2% con CBR de 21.19%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.30^3 (21.19\%) + 1.20^3 (7.72\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 7.93\%$$

Espesor de estabilización de 0.30 m con una mezcla de terreno natural + cal 4% con CBR de 41.26%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.30^3 (41.26\%) + 1.20^3 (7.72\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 8.24\%$$

Espesor de estabilización de 0.30 m con una mezcla de terreno natural + cemento 2% con CBR de 54.52%

$$CBR_{P(Cemento)} = \frac{0.30^3 (54.52\%) + 1.20^3 (7.72\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(Cemento)} = 8.44\%$$

Espesor de estabilización de 0.30 m con una mezcla de terreno natural + cemento 4% con CBR de 66.20%

$$CBR_{P(Cemento)} = \frac{0.30^3 (66.20\%) + 1.20^3 (7.72\%)}{0.30^3 + 1.20^3}$$

$$CBR_{P(Cemento)} = 8.62\%$$

Continuando reemplazamos la fórmula con nuestros datos asumiendo un espesor de 0.40 m (40 cm) de la siguiente forma:

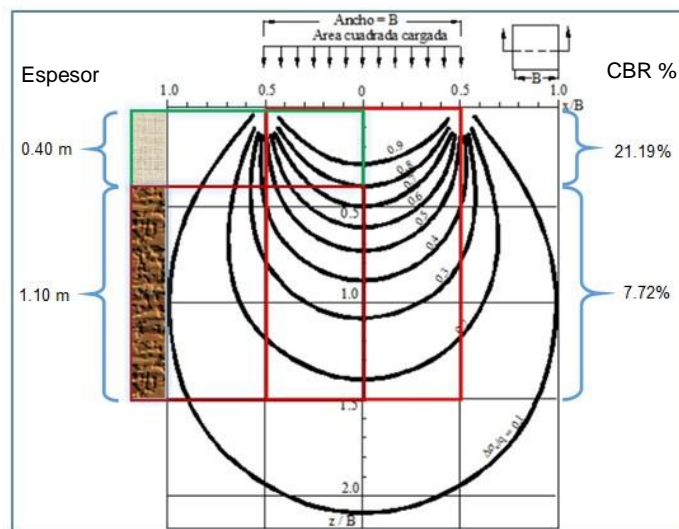


Figura 4.10 Espesor de estabilización 02: 0.40 m
Fuente: Propia elaboración

Espesor de estabilización de 0.40 m con una mezcla de terreno natural + cal 2% con CBR de 21.19%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.40^3 (21.19\%) + 1.10^3 (7.72\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 8.34\%$$

Espesor de estabilización de 0.40 m con una mezcla de terreno natural + cal 4% con CBR de 41.26%

$$CBR_{P(Cal)} = \frac{0.40^3 (41.26\%) + 1.10^3 (7.72\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_{P(Cal)} = 9.26\%$$

Espesor de estabilización de 0.40 m con una mezcla de terreno natural + cemento 2% con CBR de 54.52%

$$CBR_{P(Cemento)} = \frac{0.40^3 (54.52\%) + 1.10^3 (7.72\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_{P(Cemento)} = 9.87\%$$

Espesor de estabilización de 0.40 m con una mezcla de terreno natural + cemento 4% con CBR de 66.20%

$$CBR_{P(Cemento)} = \frac{0.40^3 (66.20\%) + 1.10^3 (7.72\%)}{0.40^3 + 1.10^3}$$

$$CBR_{P(Cemento)} = 10.40\%$$

Seguidamente se muestra el análisis comparativo de los valores CBR_P obtenidos por espesores calculados. Para el espesor de 0.30 m tenemos la siguiente figura:

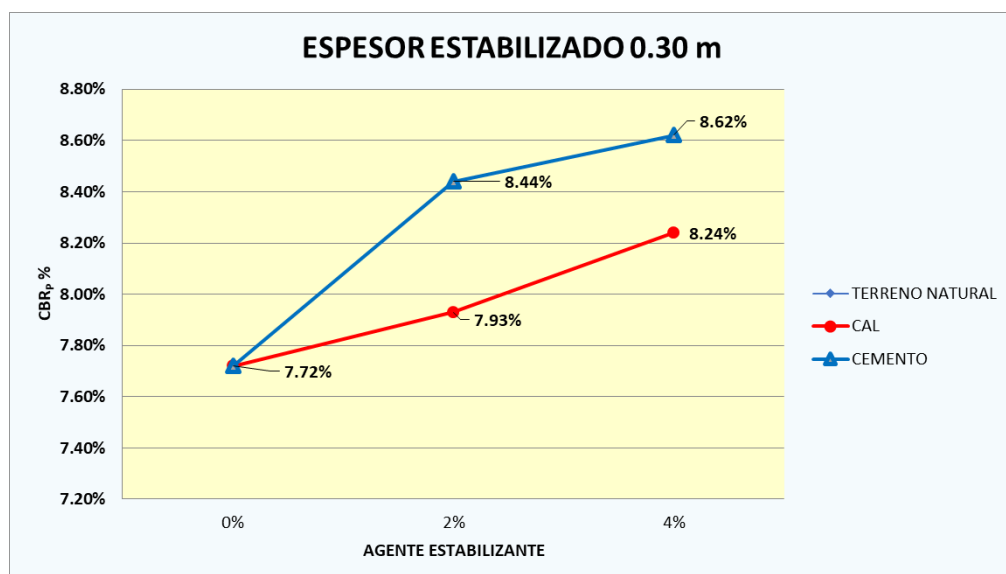


Figura 4.11 Comparativo de valores CBR_P con 0.30 m de estabilización
Fuente: Propia elaboración

Para el espesor de 0.40 m observamos la comparación en la siguiente figura:

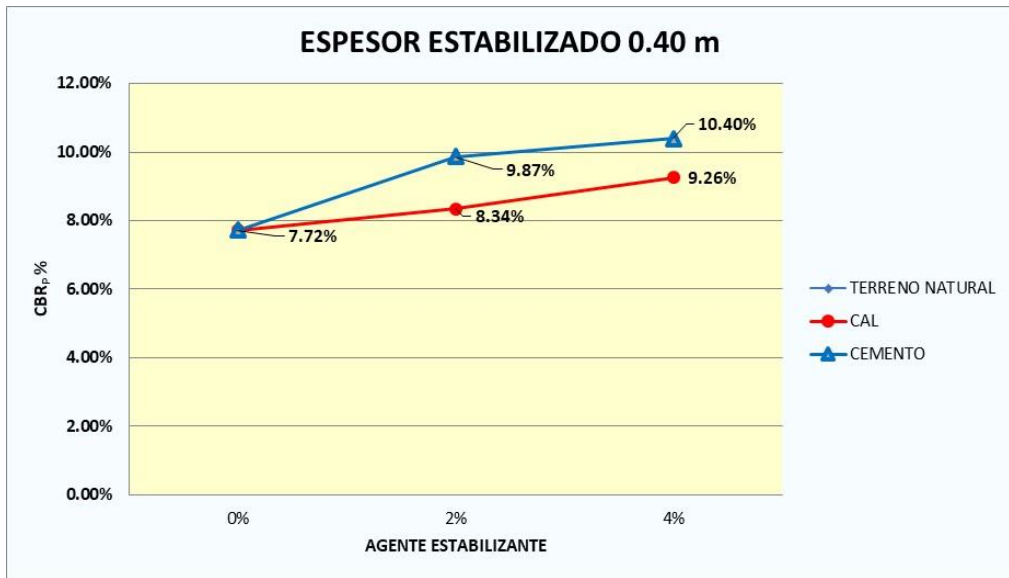


Figura 4.12 Comparativo de valores CBR_P con 0.40 m de estabilización
Fuente: Propia elaboración

Estrato inicial estabilizado es 30 cm los valores obtenidos con la fórmula tenemos que para el terreno natural + 2% de cal el CBR_P ponderado es 7.93%, para el suelo natural + 4% de cal el CBR_P es 8.24%; mientras que para la mezcla de terreno natural + 2% de cemento el CBR_P es 8.44% y para el suelo estabilizado con 4% de cemento el CBR_P resulta 8.24%.

Sin embargo con el estrato estabilizado de 40 cm los valores CBR_P obtenidos con la fórmula tenemos que para el terreno natural + 2% de cal el CBR_P es 8.34%, para el suelo natural + 4% de cal el CBR_P es 9.26%; mientras que para la mezcla de terreno natural + 2% de cemento el CBR_P es 9.87% y para el suelo estabilizado con 4% de cemento el CBR_P resulta 10.40%.

Estos resultados cumplen con el requisito mínimo indicado por el MTC para suelo estabilizado de subrasante descrito como la condición AASHTO indicando que el CBR debe ser $\geq 6\%$.

4.4 Análisis estadístico

4.4.1 Pruebas de normalidad

Se practicó la prueba de Shapiro Wilk con el cual se probó la normalidad de las variables estudiadas, con motivo que el tamaño de muestra es menor a 50. Planteándose las siguientes hipótesis:

Normalidad para las dosificaciones terreno natural + cal:

H0: Datos de la variable x (CBR) son cercanas a una distribución normal

H1: Datos de la variable x (CBR) no son cercanas a una distribución normal

El CBR de cada una de las dosificaciones terreno natural + cal son cercanas a una distribución normal (Valor $p > 0,05$, no se rechaza H0).

Tabla 4.2 Prueba de normalidad para la dosificación terreno natural + cal

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_de_Cal	,151	4	.	,993	4	,972
CBR	,211	4	.	,960	4	,779

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Producción propia, 2022.

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula

$p\text{-valor} = 0.779$, por consiguiente $0.779 > 0.05$, entonces es aceptada la hipótesis nula; por tanto los datos de la variable CBR de la dosificación terreno natural + cal tiene una normalidad con un nivel de significancia de 5%.

Normalidad para las dosificaciones terreno natural + cemento:

El CBR de cada una de las dosificaciones terreno natural + cemento son cercanas a una distribución normal (Valor $p > 0,05$, no se rechaza H0).

Tabla 4.3 Prueba de normalidad para la dosificación terreno natural + cemento

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosificacion_de_Cemento	,151	4	.	,993	4	,972
CBR_Suelo_Cemento	,269	4	.	,924	4	,560

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Producción propia, 2022.

Si p-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula

p-valor = 0.560, por consiguiente $0.560 > 0.05$, entonces es aceptada la hipótesis nula; por tanto los datos de la variable CBR de la dosificación terreno natural + cemento tiene una normalidad con un nivel de significancia de 5%.

4.4.2 Grado de asociación por coeficiente de correlación “r” de Pearson

Correlaciones “r” para las dosificaciones terreno natural + cal:

H0: Hipótesis nula: Datos de la variable x no están relacionadas (El incremento del CBR no está relacionado a la adición de cal)

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable x están relacionadas (El incremento del CBR está relacionado a la adición de cal)

Nivel de significancia: $\alpha=5\%$ (0.05)

Tabla 4.4 Coeficiente de correlación “r” de para la dosificación terreno natural + cal

		Correlaciones	
		Dosificacion_de_ Cal	CBR_Suelo_Cal
Dosificacion_de_Cal	Correlación de Pearson	1	,993**
	Sig. (bilateral)		,007
	N	4	4
CBR_Suelo_Cal	Correlación de Pearson	,993**	1
	Sig. (bilateral)	,007	
	N	4	4

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Fuente: Producción propia, 2022.

Si p-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula

p-valor = 0.007, por consiguiente $0.007 < 0.05$, entonces es aceptada la hipótesis alterna; por tanto existe evidencia estadística significativa para decir que la variable CBR está relacionada de manera directa y positiva con adición de cal ($r=0.993$).

Correlaciones “r” para las dosificaciones terreno natural + cemento:

H0: Hipótesis nula: Datos de la variable x no están relacionadas (El incremento del CBR no está relacionado a la adición de cemento)

H1: Hipótesis alterna: Datos de la variable x están relacionadas (El incremento del CBR está relacionado a la adición de cemento)

Nivel de significancia: $\alpha=5\%$ (0.05.)

Tabla 4.5 Coeficiente de correlación “r” de para la dosificación terreno natural + cemento

		Correlaciones	
		Dosificacion_de _Cemento	CBR_Suelo_Ce mento
Dosificacion_de_Cemento	Correlación de Pearson	1	,951*
	Sig. (bilateral)		,049
	N	4	4
CBR_Suelo_Cemento	Correlación de Pearson	,951*	1
	Sig. (bilateral)	,049	
	N	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

Fuente: Producción propia, 2022.

Si p-valor ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula

p-valor = 0.049, por consiguiente $0.049 < 0.05$, entonces es aceptada la hipótesis alterna; por tanto existe evidencia estadística significativa para decir que la variable CBR está relacionada de manera directa y positiva con adición de cemento ($r=0.951$).

V DISCUSION

Discucion1

OE 01: Dosificar adecuadamente el porcentaje de cal o cemento en el proceso de estabilización de suelos arcillosos en la región Madre de Dios; para lo cual se evaluó el valor relativo de soporte CBR de los suelos adicionando como agentes estabilizantes la Cal y el Cemento a razón de 2%, 4% y 6% respectivamente; como resultado del estudio tenemos que el valor de la relación de soporte del suelo, se incrementa del 7.72% de la muestra testigo o terreno natural al 21.19% al adicionar 2% de cal, con la adición de 4% de cal el valor del CBR se incrementa a 41.26%, mientras que con la adición de 6% de cal el índice se incrementa a 51.22%; sin embargo, los valores CBR obtenidos en las muestras estabilizadas con la adición de cemento el incremento es mayor, así tenemos que al adicionar 2% de cemento el CBR resultante es 54.52%, con la adición del 4% el incremento en el valor llega a 66.20%, finalmente con la adición del 6% de cemento al terreno natural se obtiene un CBR de 83.42%. Al respecto Rodriguez, y otros (2019) reportaron que al someter las muestras de terreno estabilizado con cemento Portland tipo I y cal hidratada al ensayo para determinar CBR al 95% de DMS el valor llega a 66.50% coincidiendo con los resultados de nuestra investigación incrementando notablemente la capacidad de soporte del suelo tratado. Asimismo, el citado Aliaga y otros (2019), encuentra que al adicionar 5% de cemento a la muestra de suelo obtiene un CBR de 65.1% mejorando las condiciones físicas del suelo tratado, lo cual coincide con nuestros resultados. Al adicionar cal como estabilizante, Lopez y Ortiz (2018) Con la incorporación de 2% de cal a la muestra de terreno natural Obtubo un CBR de 24.50% y al adicionar 8% de cal obtuvo un CBR de 69% aumentando así la capacidad de soporte del suelo estabilizado. A su vez, Palli (2016) encuentra al adicionar porcentajes de cal al suelo natural que con un 2% se tiene un CBR de 25%, al agregar 4% de cal alcanzó un CBR de 44% y con 6% de cal el CBR llega a 60% aumentando así su capacidad de soporte, lo que confirma nuestros resultados en mejorar las características físicas y de soporte del suelo tratado. Desde la perspectiva internacional tenemos que Sanchez (2014) en el sector Calcical del Cantón Tosagua provincia de

Manabi Ecuador, registra un descenso considerable en las características expansivas del suelo arcilloso disminuyendo a la vez el índice de plasticidad en comparación con el terreno natural, lo que indica una mejora en las características físicas y de soporte del suelo con el uso de agentes estabilizantes que son cal y cemento respectivamente. Siendo esta afirmación coincidente con nuestros resultados mejorando los suelos arcillosos con el uso de cal y cemento como estabilizantes. Asimismo, en Nicaragua, Altamirano y Diaz (2015) al mezclar las muestras de terreno natural con cal obtuve que adicionando con 3% de cal el CBR mejoró a 30.31%, el suelo natural + 6% de cal el CBR incrementó a 54.35% concluyendo que la cal va a mejorar las propiedades de los suelos cohesivos enormemente. Resultados similares a los nuestros afirman que la adición de la cal como agente estabilizante mejora las características de soporte de los suelos a nivel subrasante.

Por lo tanto, con la presente investigación se valida la hipótesis específica 1 que dice: Una manera de dosificar adecuadamente el porcentaje de cemento o cal en la estabilización sería considerando como requerimiento mínimo la condición AASHTO (CBR > 6%).

Discusión 2:

OE 02: Diseñar el espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cal o cemento; de los resultados, producto de los ensayos de CBR para las mezclas de terreno natural + cal al 4% y terreno natural + cemento al 4% se determina un adecuado espesor de suelo estabilizado de 40 cm con un CBR ponderado de 9.26 para la estabilización con cal y un CBR ponderado de 10.4% para la estabilización con cemento, cumpliendo con el requisito mínimo indicado por el MTC para suelo estabilizado de subrasante descrito como la condición AASHTO el CBR debe ser $\geq 6\%$. Referido al tema Aliaga y otros (2019), obtuvo para el material estabilizado con cemento Portland un espesor calculado de 28 cm., siendo este espesor menor al diseñado en nuestra investigación

Así mismo, en la presente tesis se valida la hipótesis específica 2 que indica: Una manera de estimar el espesor de estabilización sería analizando el suelo de fundación estratificado hasta una profundidad de 1.5 metros.

Habiéndose llegado a validar las hipótesis específicas 1 y 2 que guardan estrecha relación con el planteamiento de la hipótesis general, se validó la hipótesis general que dice: Una manera de evaluar una adecuada estabilización de suelos finos cohesivos como los de la región Madre de Dios, usando CAL o CEMENTO, sería haciendo un análisis de sensibilidad de la variación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados.

VI CONCLUSIONES

Para dosificar adecuadamente el porcentaje de cal o cemento en el proceso de estabilización de suelos arcillosos en la región Madre de Dios, se obtuvo que al adicionar cal a las muestras de terreno natural se registra un incremento en el índice de soporte del suelo, así, con la adición del 2% de cal resulta un CBR de 21.19%, para la adición de 4% de cal observamos un valor de 41.26%, mientras que para el terreno natural más 6% de cal el índice se incrementa a 51.22%; sin embargo, los valores obtenidos en el ensayo CBR de las muestras de terreno natural más cemento el incremento es mayor, por lo que al adicionar 2% de cemento al terreno natural se obtiene un CBR de 54.52%, con la adición del 4% el incremento en el valor llega a 66.20%, finalmente con la adición del 6% de cemento se obtiene un CBR de 83.42%.

Al diseñar el espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cal o cemento; se determina que la mezcla de terreno natural con 4% de cemento tiene las mejores características físicas, resultando un CBR ponderado de 10.4% con un espesor de suelo estabilizado de 40 cm, cumpliendo con el requisito mínimo indicado por el MTC para suelo estabilizado de subrasante descrito como la condición AASHTO el CBR debe ser $\geq 6\%$.

Al análisis comparativo de la estabilización de suelos finos característicos de la región Madre de Dios, se define que el agente estabilizante con mejor respuesta en el mejoramiento de las características físicas y de soporte es el cemento con un porcentaje 4% de adición al terreno natural, superando en resistencia a la estabilización con cal como agente estabilizador.

VII RECOMENDACIONES

Plantear los proyectos de mejoramiento de carreteras con la utilización de cemento como agente estabilizante de suelos arcillosos en la región Madre de Dios en una proporción de 4% del terreno natural a estabilizar.

Diseñar para futuras obras de construcción o mejoramiento de carreteras un espesor de estabilización de 40 cm empleando 4% de cemento como agente estabilizante de suelos arcillosos.

Se recomienda realizar un estudio de viabilidad económica comparativo a la utilización de cal o cemento como agente estabilizante de suelos arcillosos.

REFERENCIAS

- Aliaga, F., & Soriano, C. (2019). *Análisis comparativo de estabili*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Altamirano, G., & Diaz, A. (2015). *Estabilización de suelos cohesivos por medio de la cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, Municipio Potosí-Rivas*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- ANCADE; ANTER; IECA. (2010). *Manual de estabilización de suelos con cemento o cal*. Madrid: Instituto español del cemento y sus aplicaciones (IECA).
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación*. Caracas: Editorial Episteme.
- Arroyo Morales, A. (2020). *Metodología de la investigación en las ciencias empresariales* (Primera edición ed., Vols. ISBN:978-612-4236-24-2). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio de Abad de Cusco. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe>
- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México D. F.: Mc Graw Hill.
- Juárez, E., & Rico, A. (2005). *Mecánica de suelos*. Mexico, D.F.: Editorial Limusa, S.A.
- Lopez, J., & Ortiz, 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*. Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima: Servicios Gráficos Squadrito EIRL.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones Perú. (2016). *Manual de ensayo y materiales*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Monografías. (3 de Julio de 2012). *Monografías.com*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos13/pafle/pafle#bi>
- Palli, E. (2016). *Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Roman*. Juliaca: Universidad Nacional del Altiplano.
- Rodriguez, V., & Silva, J. (2019). *Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo I mas cal hidratada en vías afirmadas, para el Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad*. Trujillo: Universidad Privada ntenor Orrego.
- Rojas Crotte, I. R. (2011). *Elementos para el diseño de técnicas de investigación* (Vols. 12 - ISBN:1665-0824). Toluca, Mexico: Universidad autónoma del estado de Mexico.
- Sánchez, M. (2014). *Estabilización de suelos con cal y cemento en el sector Calcical del Cantón Tosagua provincia de Manabí*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Shuan, L. (2004). Límite líquido límite plástico. *Taller básico de mecánica de suelos* (pág. 25). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Universidad Nacional de Ingeniería. (2006). California Bearing Ratio (CBR). *Primer taller de mecánica de suelos - Marzo 2006* (pág. 11). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Universidad Nacional de Ingeniería. (2006). Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado). *Primer taller de mecánica de suelos - Marzo 2006* (pág. 13). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Vargas, N. (2017). *Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos*. Huancayo: Repositorio Institucional Continental.

ANEXOS:

ANEXO 01: Matriz Operacional

Título: Análisis Comparativo de la Estabilización de Suelos Arcillosos empleando Cal y Cemento, Carretera Vecinal Chonta Carretera Interoceánica, Madre de Dios 2021

Autor: Fidel Eligio Barriga Serruto

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE		Como ingresa				
CAL Y CEMENTO	<p>Según MTC (2014). La dosificación depende del tipo de arcilla, se agregará de 2% a 8% de cal por peso seco de suelo. Los suelos que se usen para la construcción de suelo-cal deben estar limpios y no deben tener más de 3% de su peso de materia orgánica.</p> <p>La adición de cemento, debe mejorar las propiedades mecánicas del suelo, sin llegar a condiciones de rigidez similares a morteros hidráulicos. Para obtener una estabilización del tipo flexible, el porcentaje de cemento debe variar entre 1% a 4%, permitiendo disminuir la plasticidad e incrementar levemente la resistencia</p>	<p>La cal o el cemento reemplaza en forma proporcional al terreno natural (TN) en las dosificaciones del 2%, 4% y 6% respecto al peso del TN, empleándose para ello 03 combinaciones por agente estabilizador como sigue: TN+2% de cal, TN+4% de cal y TN+6% de cal; TN+2% de cemento, TN+4% de cemento y TN+6% de cemento, con el objetivo de una mejora en las Propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados.</p>	DOSIFICACIÓN Por Porcentaje de Cal o Cemento	2%	RAZON	<p>Método: Científico</p> <p>Tipo de Investigación: Tipo Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Nivel de Investigación: Cuasi experimental</p> <p>Población: Suelos terreno natural ensayados en el Laboratorio</p> <p>Muestra: 6 Muestras Límites de consistencia 6 Muestras Proctor Modificado 6 CBR</p> <p>Muestreo: No Probabilístico</p> <p>Técnica: Observación Directa</p>
				4%		
				6%		
DEPENDIENTE		Que efecto				
PROPIEDADES ÓPTIMAS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	<p>Según MTC (2016), La estabilización de suelos está definido por los autores como el mejoramiento de las características físicas de un suelo por medio de procedimientos mecánicos o la adición de productos químicos, sean estos naturales o sintéticos. Estas estabilizaciones, generalmente se efectúan en los suelos de sub rasante inadecuado o Insuficiente, las estabilizaciones más conocidas son: suelo cemento,</p>	<p>Los agentes estabilizantes se combinan con el terreno natural, para que mejore las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados, para todos estos casos se mide su calidad mediante ensayos de laboratorio para el aumento de la Resistencia a las cargas. Finalmente los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas según el MTC y el ASTM.</p>	RESISTENCIA DEL SUELO	Condicion AASHTO (CBR > 6%) (Porcentaje)	RAZON	
				Condicion AASHTO (CBR > 6%)	RAZON	

	suelo cal, suelo asfalto y otros diversos productos.		ESTABILIZADO	(Porcentaje)		Instrumentos de la investigación: Ficha Recolección de Datos Ficha Resultados de Laboratorio Según MTC - ASTM
				CBR Ponderado (Porcentaje)	RAZON	

ANEXO 02: Matriz de Consistencia

Título: Análisis Comparativo de la Estabilización de Suelos Arcillosos empleando Cal y Cemento, Carretera Vecinal Chonta Carretera Interoceánica, Madre de Dios 2021
 Autor: Fidel Eligio Barriga Serruto

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE			
¿De qué manera influye la Cal o el Cemento en la estabilización de suelos finos, Madre de Dios, 2021?	Realizar un paralelismo comparativo de la estabilización de suelos finos característicos de la región Madre de Dios empleando CAL y CEMENTO 2021	La adición de cal o cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados, Madre de Dios 2021	CAL y CEMENTO	DOSIFICACIÓN Por Porcentaje de cal o Cemento	2%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					4%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					6%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
P. Específico	O. Específico	H. Específico	DEPENDIENTE			
¿Cuánto influye la cal en la estabilización de suelos arcillosos en la región Madre de Dios 2021?	Dosificar adecuadamente el porcentaje de cal en el proceso de estabilización de suelos arcillosos en la región Madre de Dios, 2021	La cal aumenta la Resistencia del suelo estabilizado en la región Madre de Dios, 2021	PROPIEDADES ÓPTIMAS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS	RESISTENCIA DEL SUELO ESTABILIZADO	Condicion AASHTO (CBR > 6%) (Porcentaje)	Ficha Resultado de Laboratorio según ASTM D 1883 Anexo 5
					Condicion AASHTO (CBR > 6%) (Porcentaje)	Ficha Resultado de Laboratorio según ASTM D 1883 Anexo 5
¿Cuánto influye el cemento en la estabilización de suelos arcillosos en la región Madre de Dios 2021?	Dosificar adecuadamente el porcentaje de cemento en el proceso de estabilización de suelos arcillosos en la región Madre de Dios, 2021	El cemento aumenta la Resistencia del suelo estabilizado en la región Madre de Dios, 2021				
¿Cuánto influye la cal o el cemento en el espesor adecuado de estabilización de suelos	Diseñar el espesor adecuado de estabilización ya sea empleando cal o	La cal o el cemento incrementa la Resistencia del suelo de fundación estratificado hasta una			CBR Ponderado	Ficha Resultado de Laboratorio

en la región Madre de Dios, 2021?	cemento, Madre de Dios 2021	profundidad de 1.5 metros en la región Madre de Dios, 2021			(Porcentaje)	según MTC E 132 Anexo 5
-----------------------------------	-----------------------------	--	--	--	--------------	--

ANEXO 03: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PARÁMETRO \ CALICATA		C-1	C-2	C-2 PRUEBA 1	C-2 PRUEBA 2	C-2 PRUEBA 3	C-2 PRUEBA 1	C-2 PRUEBA 2	C-2 PRUEBA 3
CONDICION		Terreno Natural	Terreno Natural	Terreno natural + 2 % de cal	Terreno natural + 4 % de cal	Terreno natural + 6 % de cal	Terreno natural + 2 % de cemento	Terreno natural + 4 % de cemento	Terreno natural + 6 % de cemento
PROF. CALICATA (m)		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
PROF. NF(m)		-	-	-	-	-	-	-	-
HUM. (%)		7.9	8.06	-	-	-	-	-	-
GRANULOMETRIA	% GRAVA	0	0	-	-	-	-	-	-
	% ARENA	21.68	23.26	-	-	-	-	-	-
	% FINOS	78.32	76.74	-	-	-	-	-	-
CLASIFICACION	SUCS	CL	CL	-	-	-	-	-	-
	AASHTO	A-6 (16)	A-6 (16)	-	-	-	-	-	-
LIM. DE CONSISTENCIA	LL	37.43	37.65	27.7	26.8	25.2	26.2	24.3	23.7
	LP	23.20	22.22	18.9	19.0	18.2	18.9	17.3	17.0
	IP	14.23	15.43	8.8	7.8	7.1	7.4	7.0	6.7
PROCTOR MODIFICADO	MDS g/cm3	1.75	1.81	1.98	2.07	2.08	2.07	2.09	2.10
	OCH (%)	11.60	11.29	12.18	12.46	12.85	12.14	12.39	12.50
CBR	AL 95 % MDS (%)	8.42	7.72	21.19	41.26	51.22	54.52	66.20	83.42
	AL 100 % MDS (%)	11.23	10.52	32.84	61.75	73.21	92.90	95.90	124.20
ABSORCION DE AGUA PARA MOLDES (%)	Molde 1	0.7	0.8	2.44	3.55	3.65	2.93	3.19	3.72
	Molde 2	1.0	1.1	4.59	4.03	4.04	3.91	3.33	4.15
	Molde 3	1.4	1.5	5.66	4.30	4.99	4.79	4.51	5.36
EXPANSION PARA MOLDES (%)	Molde 1	0.20	0.30	0.30	0.38	0.36	0.16	0.12	0.18
	Molde 2	0.36	0.34	0.40	0.42	0.40	0.10	0.16	0.16
	Molde 3	0.40	0.38	0.44	0.46	0.48	0.12	0.20	0.22

ANEXO 04: PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N°01 Muestra de la Calicata



Foto N°02 Tomando muestra del terreno natural



Foto N°03 Granulometría del suelo C-2

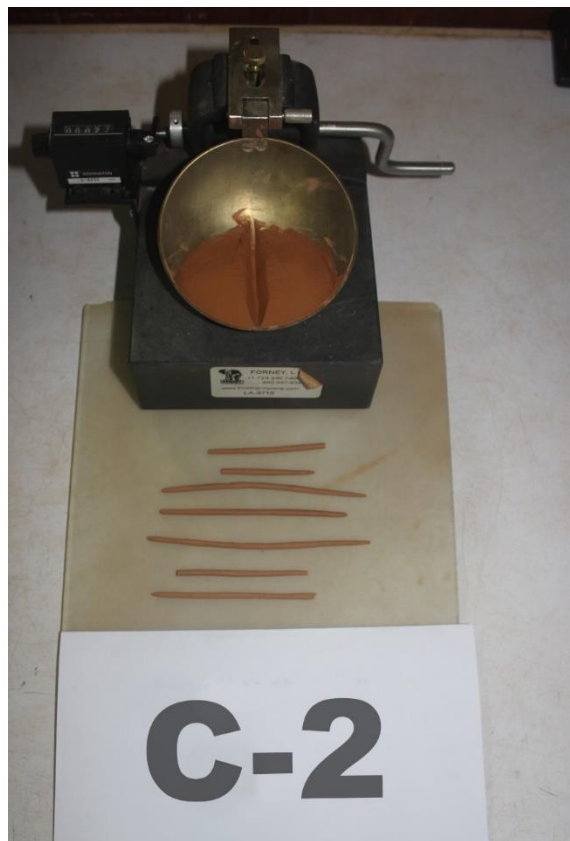


Foto N°04 Límites de consistencia suelo C-2



Foto N°05 Ensayo de Proctor Modificado



Foto N°06 Ensayo CBR



Foto N°07 Adición de Cal 2%, 4% y 6%



Foto N°08 Adición de Cemento 2%, 4% y 6%

ANEXO 5: CERTIFICADOS DE LABORATORIO DE LOS ENSAYOS

ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA, LÍMITES DE CONSISTENCIA, PROCTOR MODIFICADO Y CBR DE LA MUESTRA DE TERRENO NATURAL

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - NIVELADO DE PAVIMENTOS - PROSPECCION GEOFISICA
 PUERTO MALDONADO JR. CUBCO 135 - TAMBOPATA | CUBCO URB. MEZA REDONDA A-8 - CUBCO | 98737087 | 052-074754 | RUC : 2348021961

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"

Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Fecha : 27/01/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-1

Profundidad : 1,50 m.

condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : HORNO DIGITAL de 0°C a 300°C

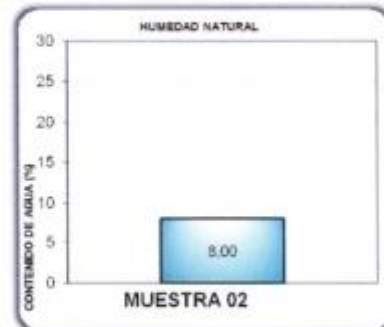
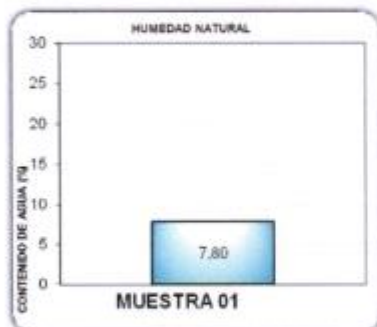
Certificado de Calibración N° : LT-036-2021 del 28/01/2021

Datos y resultados de ensayo

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Capsula		M - 01	M-02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g	300,20	321,00
Peso Recipiente + Suelo Seco	g	278,48	297,22
Peso Recipiente	g	0,00	0,00
Peso del agua	g	21,72	23,78
Peso del Suelo Natural	g	300,20	321,00
Peso del Suelo Seco	g	278,48	297,22
Contenido de Humedad (w)	%	7,80	8,00

Contenido de Humedad: 7,90 %



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - ENSAYO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 128 - TAMBOPATA Y CUBICO URS. WUJA REDONDA A.B. - CUSCO T 982737667 M 982-874764 RUC : 2048027981

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCEÁNICA, MADRE DE DIOS 2022"

Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : BACH. FIDEL ELISIO BARRIGA SERRUTO

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Fecha : 27/01/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-1

Profundidad : 1,50 m.

condicion : Alterada

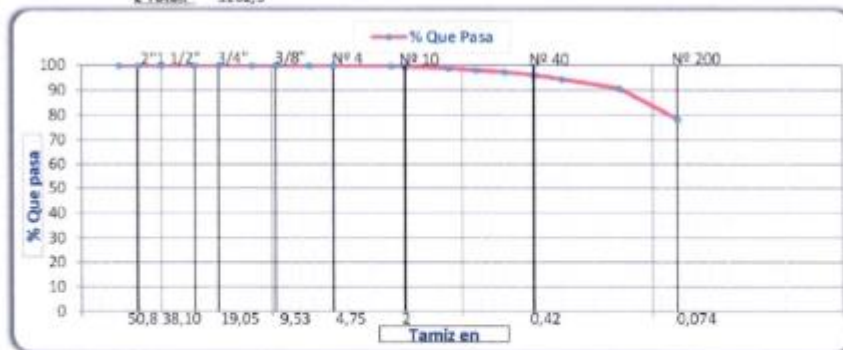
Datos del Equipo Calibrado

Equipo : TAMIZ GRANULOMÉTRICO

Fabricado : SEGÚN NORMA ASTM E-11

Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		Datos de ensayo Peso S. Inicial: 1262,3 g. Peso S. lavado: 273,7 g. Distribución Grava: 0,00 % Arena: 21,68 % Finos: 78,32 % Diametros efectivos D60: - D30: - D10: - Coefficientes de uniformidad Cu: - Cc: - Limites de consistencia LL: 37,43 LP: 23,20 IP: 14,234 clasificación de suelos SUCS : CL AASHTO : A-6 (16)
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	
2"	50,60	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	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0	Fraccion fina	
8	2,36	1,20	0,10	0,10	99,9		
10	2,00	5,20	0,41	0,51	99,5		
16	1,18	8,60	0,68	1,19	98,8		
20	0,85	9,20	0,73	1,92	98,1		
30	0,60	10,00	0,79	2,71	97,3		
40	0,42	15,40	1,22	3,93	96,1		
50	0,30	20,40	1,62	5,55	94,5		
100	0,15	48,50	3,84	9,39	90,6		
200	0,07	155,20	12,30	21,68	78,3		
< 200		988,60	78,32	100,00			
Σ Total:		1262,3					



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILDRES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA - CUSCO URU. RIZA REDONDA A-9 - CUSCO - 982727967 - 062-674754 - RUC : 2946631961

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)

Datos del proyecto

Proyecto :	<u>TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"</u>
Lugar :	<u>CAMINO VECINAL CHONTA</u>
Dist/Prov. :	<u>TAMBOPATA - TAMBOPATA</u>
Solicitante :	<u>BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO</u>
Hecho por :	<u>ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ</u>
Fecha :	<u>27/01/2022</u>

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-1
Profundid. : 1.50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : TAMIZ GRANULOMETRICO
Fabricado : SEGÚN NORMA ASTM E-11

Datos y resultados de ensayo

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	1262,3	g
B	Peso de la muestra seca despues de lavado	273,7	g
% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm)		78,3%	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
INGENIERO CIVIL
CIP 270283
AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA | CUSCO URB. INEZA REDONDA A-9 - CUSCO | 982737067 | 982-874754 | RUC : 2049001981

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha : 27/01/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-1
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : CAZUELA DE CASAGRANDE
Certificado de Calibración N° : LL-117-2021 del 28/01/2021

Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

LP (%) = 23,2

Muestra	1	2
Numero de capsula	30	36
Peso de la Capsula (g)	11,4	11,4
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20	21,2
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,44	19,29
Peso del Suelo Seco (g)	7,04	7,89
Contenido de Humedad (w)	22,2	24,2

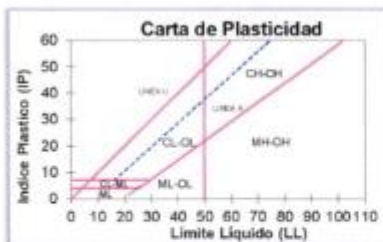
LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

LL (%) = 37,4

IP (%)

14,2

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	142	58	207
Peso de la Capsula (g)	37,6	37,2	37,6
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	61,2	60,2	58,6
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	55,2	53,8	52,6
Numero de golpes	35	25	15
Peso del Suelo Seco (g)	17,6	16,6	15,0
Contenido de Humedad (w)	34,2	38,8	40,2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270243
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBEO PARA ACUÍFEROS Y EXPLORACIONES PROFUNDAS - BOMBAO DE FLUIDOS - PROSPECCION GEOFISICA
 PUERTO BALDORADO - JR. CUNCO 118 - TAMBOPATA - COMERCIO LIBRE, BUENA VISTA A.S. - CUSCO - 082375067 - 082-874734 - WVC : 268819191

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Datos del proyecto

Proyecto	TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"		
Lugar	CAMINO VECINAL CHONTA	Dist/Prov.	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SÉRRUTO	Hecho por	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Datos de la Muestra

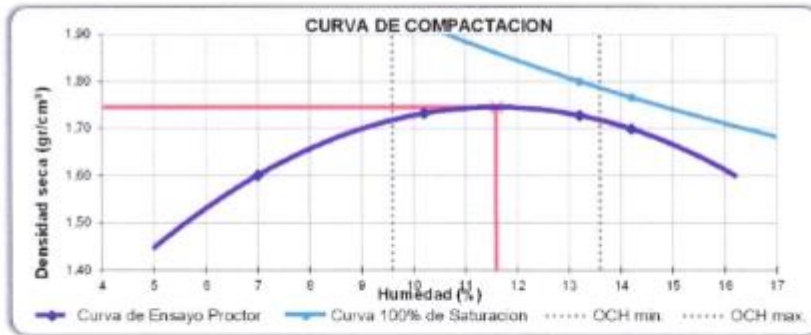
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE		Fecha	27/01/2022	Datos del Equipo Calibrado	
Calicata	C-1	Equipo	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.		
Profundidad	1,50 m.	Certificado de Calibración N°	LI-124-2021 del 28/01/2021		
condicion	Alterada				

Datos y resultados de ensayo

Compaction	Codigo de molde : P2		Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	5	6
Numero de capas	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6000	6185	6230	6215	6215	6215
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376	4376	4376
Peso del suelo humedo compactado (g)	1624	1809	1854	1854	1839	1839
Volumen del molde (cm ³)	947,87	947,9	947,9	947,9	947,9	947,9
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,713	1,908	1,956	1,940	1,940	1,940
Humedad						
N° de tara	279	188	279	188	188	188
Tara + Suelo Humedo (g)	504,20	513,20	500,20	512,20	512,20	512,20
Tara + Suelo Seco (g)	473,68	469,18	446,26	453,18	453,18	453,18
Peso de la tara	37,64	37,58	37,64	37,58	37,58	37,58
Peso del agua	30,52	44,02	53,94	59,02	59,02	59,02
Peso de suelo seco (g)	436,04	431,60	408,62	415,60	415,60	415,60
Humedad (%)	7,00	10,20	13,20	14,20	14,20	14,20
Densidad Seca (g/cm ³)	1,601	1,732	1,728	1,699	1,699	1,699

Maxima Densidad Seca (g/cm³) : 1,745

Optimo Contenido de Humedad (%): 11,60



* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETOS Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y OMBENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA CUSCO URB. VEZA REDONDA A-4 - CUSCO T 982737007 M 082-574754 BUC 354803196

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCÉANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist./Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha : 27/01/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicata : C-1
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : LFP-036-2021 del 28/01/2021

Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE CAPAS : 5			
N° DE MOLDE	D	E	F
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm ³)	2122	2122	2122
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12562	12215	11655
Peso del Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo (g)	4136	3930	3585
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	205,2	199,5	165,2
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	187,3	182,9	149,5
Peso del Agua (g)	17,9	16,6	15,7
Peso de Tarro (g)	32,5	40,7	15,2
Peso del Suelo Seco (g)	154,8	142,7	134,3
Contenido de Humedad (g)	11,59	11,60	11,65
Densidad Humeda (g/cm ³)	1,949	1,852	1,689
Densidad Seca (g/cm ³)	1,746	1,659	1,513

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		D		E		F	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
0,05	1,27	80,0	80,0	57,0	57,0	30,0	30,0
0,075	1,9	144,0	144,0	100,0	100,0	51,0	51,0
0,1	2,54	154,0	154,0	120,0	120,0	80,0	80,0
0,125	3,81	210,0	210,0	180,0	180,0	130,0	130,0
0,2	5,08	320,0	320,0	240,0	240,0	157,0	157,0
0,3	7,62	340,0	340,0	300,0	300,0	210,0	210,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	D	E	F
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12588	12250	15260
Peso del Plato + Molde (g)	8426	8285	8070
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4163	3965	7190
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4136	3930	3585
Peso del Agua Absorbida (g)	27	35	3605
Peso del Suelo Seco (g)	3706	3522	3211
Absorcion de Agua (%)	0,7	1,0	112,3

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTOR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,000"	0,001"	0,004"	2
		0,005"	0,009"	0,010"	3
		0,008"	0,013"	0,018"	4
		0,010"	0,018"	0,020"	5
% EXPANSIÓN		0,20	0,36	0,40	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

"DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ"
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 270283
AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 134 - TAMBOPATA T CUSCO URB. MEZA REDONDA A-4 - CUSCO ☎ 982737867 📠 082-874784 📍 RUC : 2049031961

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto	: TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar	: CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov.	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	: BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha	: 27/03/2022

Datos de la Muestra

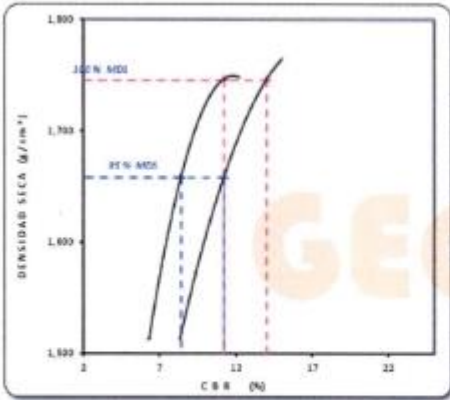
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata	: C-1
Profundida	: 1,50 m.
condicion	: Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo	: PRENSA CBR
Certificado de Calibración N°	: LFP-036-2021 del 28/03/2021

Datos y resultados de ensayo

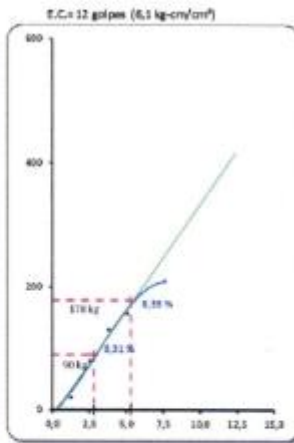
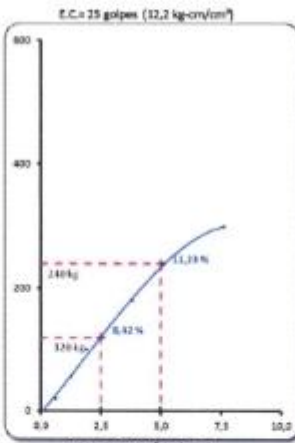
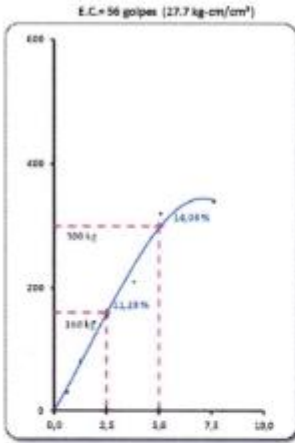


DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Optimo Contenido de Humedad (%) : 11,60
Maxima Densidad Seca g/cm³ : 1,745

CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	11,2
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	8,4
CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	14,0
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	11,2



— Penetración
— Corrección de curva
--- CBRy 0.1"
---- CBRy0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 370283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y SOCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILDYES - PROTECCION GEOTERMINICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA T. CUSCO URB. MEZA REDONDA A-4 - CUSCO - 082737067 - 082-074754 RUC : 2040001901

PERFIL ESTRATIGRAFICO (E.050)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"

Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUJO

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

Fecha : 27/01/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-1

Profundida. : 1,50 m.

condicion : Alterada

Datos y resultados

CALICATA C-1				
Prof(m).	N.F.	Clasificación	Simbología	Descripción
0,10				<i>Suelo organico pastos y raices.</i>
0,20				
0,30			CL	<p><u>Arcilla de Baja Plasticidad</u></p> <p>sw : 7,9 LL : 37,4 LP : 23,2 IP : 14,2 Cu : - Cc : -</p>
0,35				
0,40				
0,45				
0,50				
0,55				
0,60				
0,65				
0,70				
0,75				
0,80				
0,90				
0,95				
1,00				
1,05				
1,10				
1,15				
1,20				
1,22				
1,25				
1,26				
1,30				
1,32		CL A-6 (16)		
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270183
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUMULOS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA T. CUSCO URB. MEZA REDONDA A-8 - CUSCO : 082737067 M. 082-974754 RUC : 23490021961

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216-19, NTP 339.127)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"

Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Fecha : 27/01/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2

Profundidad : 1,50 m.

condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : HORNO DIGITAL de 0°C a 300°C

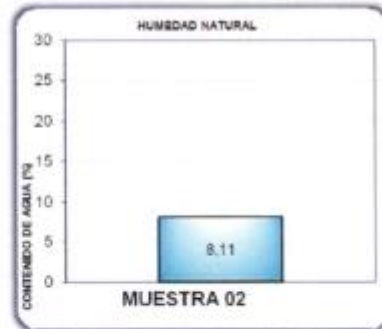
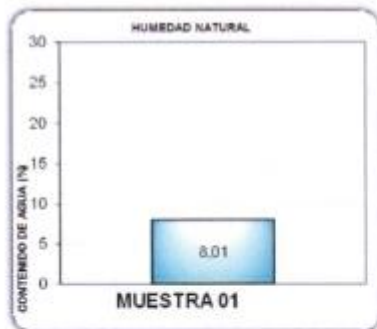
Certificado de Calibración N° : LT-036-2021 del 28/01/2021

Datos y resultados de ensayo

CONTENIDO DE HUMEDAD

N° de Capsula		M - 01	M-02
Peso Recipiente + Suelo Natural	g	288,00	300,20
Peso Recipiente + Suelo Seco	g	266,64	277,68
Peso Recipiente	g	0,00	0,00
Peso del agua	g	21,36	22,52
Peso del Suelo Natural	g	288,00	300,20
Peso del Suelo Seco	g	266,64	277,68
Contenido de Humedad (w)	%	8,01	8,11

Contenido de Humedad: 8,06 %



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 270282
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HIRCADOS DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 108 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZA REDONDA A-4 - CUSCO - 082737067 - 082-874754 - RUC : 2049037991

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913, NTP 400.012)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCÉANICA, MADRE DE DIOS 2022".

Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA.

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA.

Solicitante : BACH. FIDEL EUGIO BARRIGA SERRUTO.

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MURIZ.

Fecha : 27/01/2022.

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2

Profundidad : 1,50 m.

condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : TAMIZ GRANULOMETRICO

Fabricado : SEGÚN NORMA ASTM E-11

Datos y resultados de ensayo

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (g)	Ret. Parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Que pasa (%)		
2 1/2"	63,50	0,0	0,0	0,0	100,0	Fraccion Gruesa	Datos de ensayo Peso S. Inicial: 1127,4 g. Peso S. lavado: 262,2 g. Distribucion Grava: 0,00 % Arena: 23,26 % Finos: 76,74 % Diametros efectivos D60: - D30: - D10: -
2"	50,80	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	100,0		
3/4"	19,05	0	0,0	0,0	100,0		
1/2"	12,70	0	0,0	0,0	100,0		
3/8"	9,53	0	0,0	0,0	100,0		
1/4"	6,35	0	0,0	0,0	100,0		
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,0		
8	2,36	0,80	0,07	0,07	99,9		
10	2,00	4,50	0,40	0,47	99,5		
16	1,18	7,20	0,64	1,11	98,9		
20	0,85	8,00	0,71	1,82	98,2		
30	0,60	9,60	0,85	2,67	97,3		
40	0,42	14,80	1,31	3,98	96,0		
50	0,30	18,50	1,64	5,62	94,4		
100	0,15	50,20	4,45	10,08	89,9		
200	0,07	148,80	13,18	23,26	76,7		
< 200		865,20	76,74	100,00			
Σ Total:		1127,4					



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HIRCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 118 - TAMBOPATA CUSCO URS. WAZA REDONDA A-9 - CUSCO : 982737067 : 082-574754 RUC : 2046651961

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ 200 (ASTM C117)

Datos del proyecto

Proyecto	: <u>TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"</u>
Lugar	: <u>CAMINO VECINAL CHONTA</u>
Dist/Prov.	: <u>TAMBOPATA - TAMBOPATA</u>
Solicitante	: <u>BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO</u>
Hecho por	: <u>ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ</u>
Fecha	: <u>27/01/2022</u>

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2
Profundid. : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo :
TAMIZ GRANULOMETRICO
Fabricado :
SEGÚN NORMA ASTM E-11

Datos y resultados de ensayo

DATOS			
A	Peso de la muestra seca	1127,4	g
B	Peso de la muestra seca despues de lavado	262,2	g

% QUE PASA LA N° 200 (0.074 mm) 76,7%

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 270283
AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILES - PROSPECCION GEOFISICA
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA | CUSCO URB. MEZA REDONDA A8 - CUSCO | 982737067 | 982-874754 | RUC : 2640031961

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : RACH, FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUITO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha : 27/01/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : CAZUELA DE CASAGRANDE
Certificado de Calibración N° : LL-117-2021 del 28/01/2021

Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318

LP (%) = 22,2

Muestra	1	2
Numero de capsula	100	135
Peso de la Capsula (g)	11,51	11,51
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	21,2	22,3
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	19,47	20,31
Peso del Suelo Seco (g)	7,96	8,80
Contenido de Humedad (w)	21,8	22,63

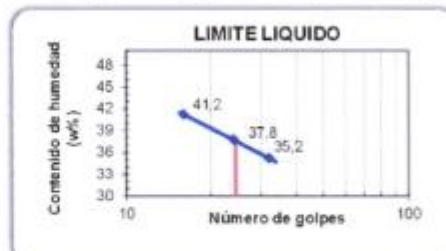
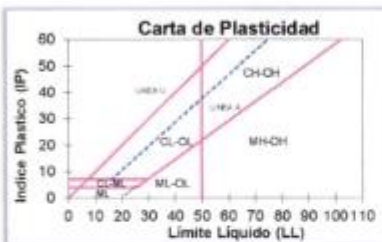
LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318

LL (%) = 37,6

IP (%)

15,4

Muestra	A	B	C
Numero de capsula	284	141	19
Peso de la Capsula (g)	37,7	37,6	38,9
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	66,2	61,3	60,2
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	58,8	54,8	54,0
Numero de golpes	32	24	16
Peso del Suelo Seco (g)	21,1	17,2	15,1
Contenido de Humedad (w)	35,2	37,8	41,2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS SISTÉMICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIO ESPECIALIZADO - PERFORACION Y BOMBEO PARA AGUÍFEROS Y SIMENTACIONES PROFUNDAS - BOMBEO DE FLEJES - PRESPECION GEOTECNIA
PUERTO MALDONADO - JUNCO 124 - TAMBOPATA - CUNEO URB. BUZA REDONDA 4 - CUNEO - 98273787 - 982-874734 - WUP: 7046621981

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA **Dist/Prov.** TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO **Hecho por** ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE **Fecha** 27/01/2022
Calicata : C-2
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

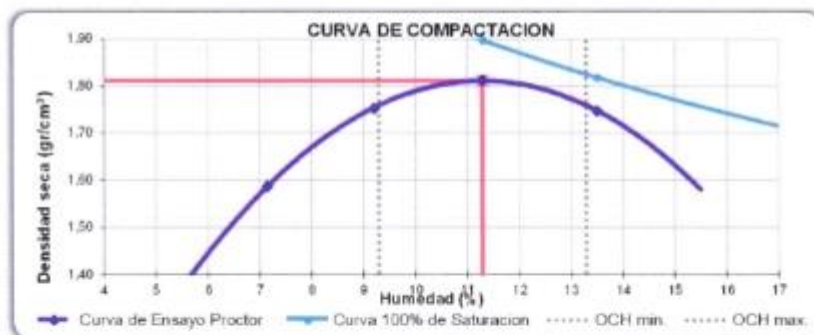
Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
Certificado de Calibración N° : LI-124-2021 del 28/01/2021

Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P2		Metodo : A molde de 4"	
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	5988	6189	6289	6255
Peso del molde (g)	4376	4376	4376	4376
Peso del suelo humedo compactado (g)	1612	1813	1913	1879
Volumen del molde (cm ³)	947,87	947,9	947,9	947,9
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,701	1,913	2,018	1,982
Humedad				
N° de tara	156	166	217	234
Tara + Suelo Humedo (g)	500,60	501,20	502,30	511,00
Tara + Suelo Seco (g)	469,75	462,15	455,12	454,70
Peso de la tara	37,84	37,65	37,63	37,63
Peso del agua	30,85	39,06	47,18	56,30
Peso de suelo seco (g)	432,11	424,50	417,49	417,07
Humedad (%)	7,14	9,20	11,30	13,50
Densidad Seca (g/cm ³)	1,587	1,752	1,813	1,747

Maxima Densidad Seca (g/cm³) : 1,811 Optimo Contenido de Humedad (%): 11,29



* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 770283
AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ADUFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HIRCADO DE PILOTES - PROYECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO JR. CUBRO 135 - TAMBOPATA TAMBOPATA URUB. VEZA REDONDA A-9 - CUSCO TEL: 082737067 FAX: 082-974754 RUC: 2048931161

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCÉANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha : 27/01/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : LFP-036-2021 del 28/01/2021

Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	A	B	C
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm ³)	2175	2179	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	11758	11299	11150
Peso del Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo (g)	4400	4164	3891
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	255,2	265,0	200,3
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	233,4	241,6	183,3
Peso del Agua (g)	21,8	23,4	17,0
Peso de Tarro (g)	40,2	35	33,2
Peso del Suelo Seco (g)	193,2	206,6	150,1
Contenido de Humedad (g)	11,30	11,32	11,33
Densidad Humeda (g/cm ³)	2,023	1,911	1,791
Densidad Seca (g/cm ³)	1,817	1,717	1,609

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE	A		B		C		
	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0,025	0,63	52,0	52,0	9,8	9,8	8,8	
0,05	1,27	65,0	65,0	25,0	25,0	15,0	
0,075	1,9	120,0	120,0	58,0	58,0	56,0	
0,1	2,54	150,0	150,0	110,0	110,0	95,0	
0,125	3,81	220,0	220,0	180,0	180,0	120,0	
0,2	5,08	287,0	287,0	201,0	201,0	165,0	
0,3	7,62	330,0	330,0	240,0	240,0	220,0	
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	11788	11340	11209
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4430	4205	3942
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4400	4164	3891
Peso del Agua Absorbida (g)	30	41	51
Peso del Suelo Seco (g)	3953	3741	3495
Absorción de Agua (%)	0,8	1,1	1,5

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,008"	0,008"	0,008"	2
		0,030"	0,130"	0,001"	3
		0,011"	0,016"	0,018"	4
		0,018"	0,017"	0,019"	5
% EXPANSIÓN		0,30	0,34	0,38	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.


DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA T. CUSCO URS. MEZA REDONDA A-4 - CUSCO ☎ 982137087 📠 082-574734 📍 2049931901

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto :	TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar :	CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. :	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante :	BACH. FIDEL ELUGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por :	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha :	27/03/2022

Datos de la Muestra

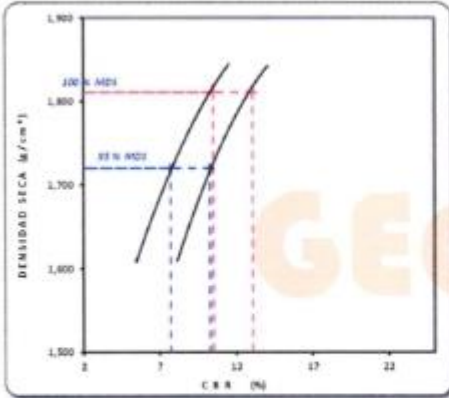
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata :	C-2
Profundidad :	1,50 m.
condicion :	Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo :	PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° :	LFP-036-2021 del 28/01/2021

Datos y resultados de ensayo

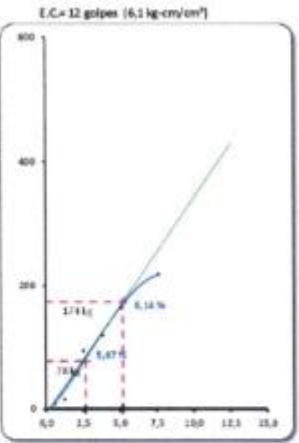
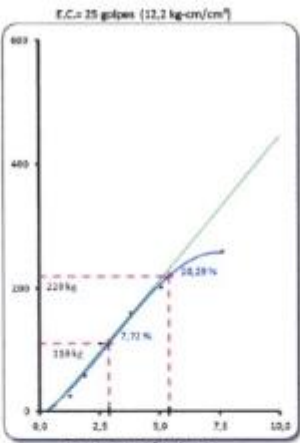
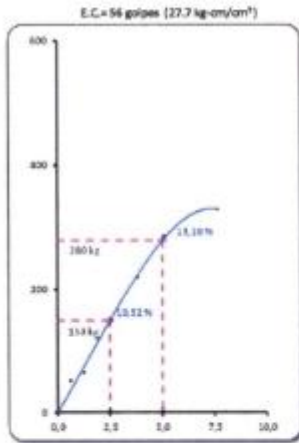


DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Optimo Contenido de Humedad (%) : 11,29
Maxima Densidad Seca g/cm³ : 1,811

CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	10,5
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	7,7
CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	13,1
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	10,3



— Penetración
— Corrección de curva
--- CBRy 0.1"
--- CBRy0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BONDADJE PARA ACUFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOSISTICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 130 - TAMBOPATA T. CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO - 002737067 082-074754 RUC : 2046631901

PERFIL ESTRATIGRAFICO (E.050)

Datos del proyecto

Proyecto	: <u>TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"</u>
Lugar	: <u>CAMINO VECINAL CHONTA</u>
Dist/Prov.	: <u>TAMBOPATA - TAMBOPATA</u>
Solicitante	: <u>BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO</u>
Hecho por	: <u>ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ</u>
Fecha	: <u>27/01/2022</u>

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	
Calicata	: <u>C-2</u>
Profundida.	: <u>1,50 m.</u>
condicion	: <u>Alterada</u>

Datos y resultados

CALICATA C-2				
Prof(m).	N.F.	Clasificación	Simbología	Descripción
0,10				<i>Suelo organico pastos y raices</i>
0,20				
0,30			CL	<i>Arcilla de Baja Plasticidad</i>
0,35				
0,40				
0,45				
0,50				
0,55				
0,60				
0,65				
0,70				
0,75				
0,80				
0,90				
0,95				
1,00				
1,05				
1,10				
1,15				
1,20				
1,22				
1,25				
1,26				
1,30				
1,32				
1,35				
1,40				
1,45				
1,50				

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 370283
 AREA DE GEOTECNIA

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA, PROCTOR MODIFICADO Y CBR DE LA MUESTRA DE TERRENO NATURAL + CAL

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SONDAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
 PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 130 - TAMBOPATA - CUSCO VRS. VIZA REDONDA A-9 - CUSCO - 982737087 - 982-574754 - RUC : 2049931061

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

Datos del proyecto

Proyecto	: TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar	: CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov.	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	: BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUJO
Hecho por	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha	: 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata	: C-2 + 2% DE CAL
Profundidad	: 1,50 m.
condicion	: Alterada

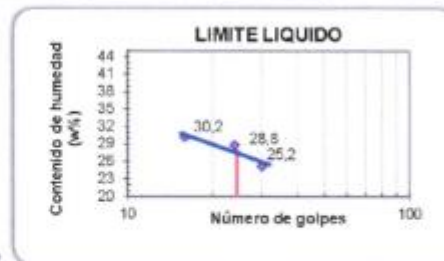
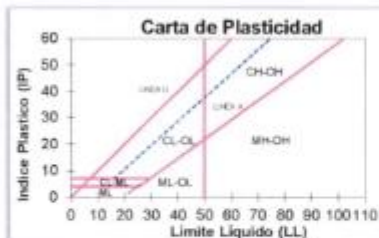
Datos del Equipo Calibrado

Equipo	: CAZUELA DE CASAGRANDE
Certificado de Calibración N°	: IL-510-2022 del 02/07/2022

Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318		LP (%) = 18,9	
Muestra	1	2	
Numero de capsula	38	100	
Peso de la Capsula (g)	11,387	11,51	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	22,2	21,3	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	20,50	19,72	
Peso del Suelo Seco (g)	9,12	8,21	
Contenido de Humedad (w)	18,6	19,2	

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318		LL (%) = 27,7		IP (%) = 8,8
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	19	154	191	
Peso de la Capsula (g)	38,3	37,0	37,0	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	59,6	60,0	61,8	
Peso de la Capsula: Suelo Seco (g)	55,4	55,0	56,2	
Numero de golpes	30	24	16	
Peso del Suelo Seco (g)	16,5	17,4	18,6	
Contenido de Humedad (w)	25,2	28,8	30,2	



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 370183
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BONDADJE PARA ACUÍFEROS Y OMENTACIONES PROFUNDAS - BINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA CUSCO URS. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO 082737067 082-874754 RUC : 2040021941

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Datos del proyecto

Proyecto	TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"		
Lugar	CAMINO VECINAL CHONTA	Dist/Prov.	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO	Hecho por	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

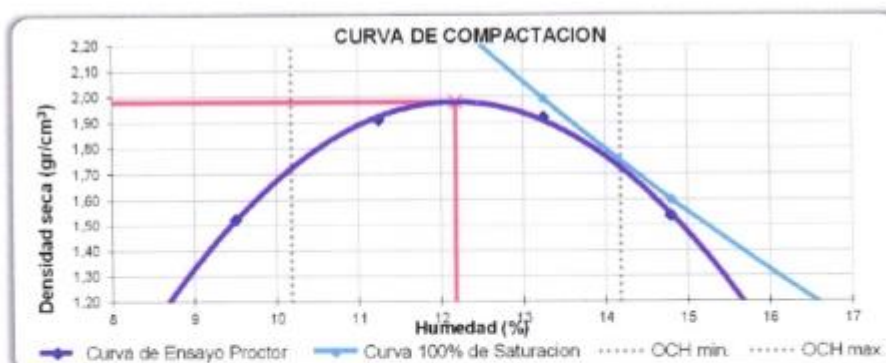
Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE		Fecha	21/02/2022	Datos del Equipo Calibrado
Calicata	C-2 + 2% DE CAL	Equipo	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.	
Profundidad	1,50 m.	Certificado de Calibración N°	LL-514-2022 del 07-02-2022	
condicion	Alterada			

Datos y resultados de ensayo

Compactacion	Codigo de molde : P1				Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6012	6444	6488	6102	6012	6444	6488	6102
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1568	2000	2044	1658	1568	2000	2044	1658
Volumen del molde (cm ³)	940,45	940,5	940,5	940,5	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,667	2,127	2,173	1,763	1,667	2,127	2,173	1,763
Humedad								
N° de tara	156	231	207	74	156	231	207	74
Tara + Suelo Humedo (g)	500,20	510,20	500,30	510,20	500,20	510,20	500,30	510,20
Tara + Suelo Seco (g)	480,07	462,41	446,17	449,22	480,07	462,41	446,17	449,22
Peso de la tara	37,64	37,63	37,61	37,21	37,64	37,63	37,61	37,21
Peso del agua	40,13	47,79	54,13	60,98	40,13	47,79	54,13	60,98
Peso de suelo seco (g)	422,43	424,78	408,56	412,01	422,43	424,78	408,56	412,01
Humedad (%)	9,50	11,25	13,25	14,80	9,50	11,25	13,25	14,80
Densidad Seca (g/cm ³)	1,523	1,912	1,919	1,536	1,523	1,912	1,919	1,536

Maxima Densidad Seca (g/cm³) : 1,979 Optimo Contenido de Humedad (%): 12,18



* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4" = 0% **NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718.**

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

"DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ"
INGENIERO CIVIL
CIP. 270283
ARLA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ALUMBRADO Y DIMENSIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - CURCO URB. MIZA REDONDA A-9 - CUSCO - 98237067 - 982-574754 - RUC : 2040031901

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TENS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTROTECNICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL SUGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha : 21/02/2022

Datos del Equipo Calibrado

Datos de la Muestra
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicate : C-2 + 2% DE CAL
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada
Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : IEP-108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
	N° DE CAPAS: 5		
N° DE MOLDE	A	B	C
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm ³)	2175	2179	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12150	11710	11580
Peso del Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo (g)	4792	4575	4321
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	201,0	155,0	180,2
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	184,8	143,9	167,2
Peso del Agua (g)	16,2	11,1	13,0
Peso de Tarro (g)	40,2	44,6	51,2
Peso del Suelo Seco (g)	144,6	99,3	116,0
Contenido de Humedad (g)	11,18	11,30	11,18
Densidad Humeda (g/cm ³)	2,203	2,100	1,989
Densidad Seca (g/cm ³)	1,982	1,888	1,789

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		A		B		C	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	133,0	123,0	96,0	96,0	10,0	10,0
0,05	1,27	260,0	260,0	120,0	120,0	38,0	38,0
0,075	1,9	388,0	388,0	280,0	280,0	180,0	180,0
0,1	2,54	455,0	455,0	340,0	340,0	210,0	210,0
0,125	3,18	560,0	560,0	388,0	388,0	288,0	288,0
0,2	5,08	724,0	724,0	480,0	480,0	345,0	345,0
0,3	7,62	908,0	908,0	600,0	600,0	400,0	400,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12255	11899	11800
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4897	4764	4541
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4792	4575	4321
Peso del Agua Absorbida (g)	105	189	220
Peso del Suelo Seco (g)	4310	4114	3886
Absorcion de Agua (%)	2,4	4,6	5,7

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,001"	0,008"	0,006"	2
		0,008"	0,010"	0,008"	3
		0,010"	0,018"	0,010"	4
		0,015"	0,020"	0,022"	5
% EXPANSIÓN		0,30	0,40	0,44	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
INGENIERO CIVIL
AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HUNCAO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA | CUSCO URS. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO | 082737067 | 082-874754 | RUC : 2849001961

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL EUGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha : 21/02/2022

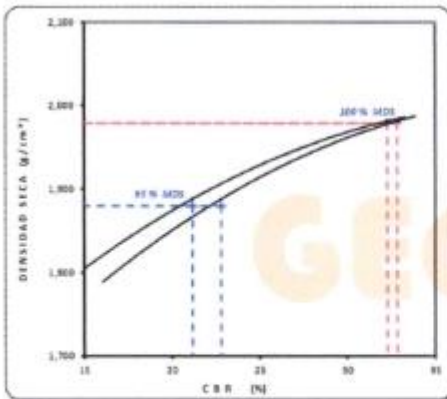
Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicata : C-2 + 2% DE CAL
Profundida : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : (FP- 108-2022 del 07/03/2022)

Datos y resultados de ensayo



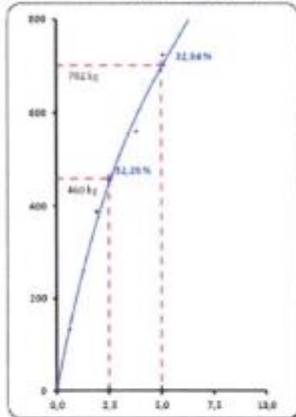
DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12,18
 Máxima Densidad Seca g/cm³ : 1,979

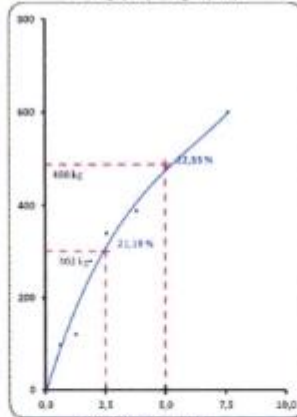
CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	
CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca	32,8
CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca	21,2
CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	
CBR Al 100% de la Máxima Densidad Seca	32,3
CBR Al 95% de la Máxima Densidad Seca	22,8

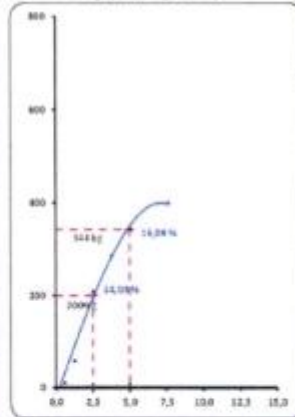
E.C.= 56 golpes (27.7 kg-cm/cm²)



E.C.= 25 golpes (12.2 kg-cm/cm²)



E.C.= 12 golpes (6.1 kg-cm/cm²)



— Penetración
--- Corrección de curva
- - - CBRy 0.1"
- - - - CBRy 0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BONDIAJE PARA ACUFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA - CUSCO URB. VEZAREDONDA A-9 - CUSCO : 982-737067 ☎ 982-574754 RUC : 2049001061

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

Datos del proyecto

Proyecto	: TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar	: CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov.	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	: BACH. FIDEL ELUGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha	: 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata	: C-2 + 4% DE CAL
Profundidad	: 1,50 m.
condicion	: Alterada

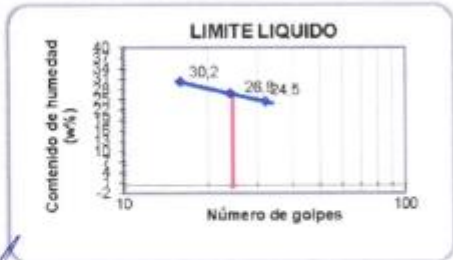
Datos del Equipo Calibrado

Equipo	: CAZUELA DE CASAGRANDE
Certificado de Calibración N°	: LI-510-2022 del 02/07/2022

Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318		LP (%) = 19,0	
Muestra	1	2	
Numero de capsula	59	15	
Peso de la Capsula (g)	11,5	11,39	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	22,4	21,8	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	20,60	20,20	
Peso del Suelo Seco (g)	9,10	8,81	
Contenido de Humedad (w)	19,8	18,2	

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318		LL (%) = 26,8		IP (%) = 7,8
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	201	74	220	
Peso de la Capsula (g)	37,6	37,2	37,6	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	63,2	60,0	61,6	
Peso de la Capsula: Suelo Seco (g)	58,2	55,2	56,0	
Numero de golpes	32	24	16	
Peso del Suelo Seco (g)	20,6	18,0	18,4	
Contenido de Humedad (w)	24,5	26,8	30,2	



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBALAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILONES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA CUSCO UNIV. MEZA REDONDA A-3 - CUSCO - 982737067 982-874754 BUC : 2040031961

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Datos del proyecto

Proyecto	TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"		
Lugar	CAMINO VECINAL CHONTA	Dist/Prov.	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO	Hecho por	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE		Fecha	21/02/2022	Datos del Equipo Calibrado	
Calicata	C-2 + 4% DE CAL	Equipo	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.		
Profundidad	1,50 m.	Certificado de Calibración N°	LL-514-2022 del 07-02-2022		
condicion	Alterada				

Datos y resultados de ensayo

Compactacion	Codigo de molde : P1	Metodo : A molde de 4"			
		1	2	3	4
Prueba N°		1	2	3	4
Numero de capas		5	5	5	5
Numero de golpes		25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)		6100	6488	6499	6122
Peso del molde (g)		4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)		1656	2044	2055	1678
Volumen del molde (cm ³)		940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm ³)		1,761	2,173	2,185	1,784
Humedad					
N° de tara		401	340	256	166
Tara + Suelo Humedo (g)		512,20	510,00	522,00	511,30
Tara + Suelo Seco (g)		469,61	462,42	462,59	448,80
Peso de la tara		37,62	37,60	37,59	37,65
Peso del agua		42,59	47,58	59,41	62,50
Peso de suelo seco (g)		431,99	424,82	425,00	411,15
Humedad (%)		9,86	11,20	13,98	15,20
Densidad Seca (g/cm ³)		1,603	1,955	1,917	1,549

Maxima Densidad Seca (g/cm³) : 2,071

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12,46



* De la granulometría el %Ret. Acumia. 3/4"= 0 % NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUNIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y ORIENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO - JR. CURCO 119 - TAMBOPATA - CURCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO - 082737007 - 082-874754 - RUC : 2048831961

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCÉANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL EUGIO BARRIGA SERRUJO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha : 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicata : C-2 + 4% DE CAL
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : ICP- 108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo


C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	C	D	E
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm ³)	2172	2122	2122
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12320	13120	12730
Peso del Molde (g)	7259	8426	8285
Peso del Suelo Humedo (g)	5061	4694	4445
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	201,2	155,2	122,2
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	183,2	142,6	113,6
Peso del Agua (g)	18,0	12,6	8,6
Peso de Tarro (g)	38,3	41,8	44,5
Peso del Suelo Seco (g)	144,9	100,8	69,1
Contenido de Humedad (g)	12,40	12,50	12,45
Densidad Humeda (g/cm ³)	2,330	2,212	2,094
Densidad Seca (g/cm ³)	2,073	1,966	1,863

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		C		D		E	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	204,0	204,0	180,0	180,0	180,0	180,0
0,05	1,27	325,0	325,0	300,0	300,0	300,0	300,0
0,075	1,9	422,0	422,0	400,0	400,0	400,0	400,0
0,1	2,54	506,0	506,0	500,0	500,0	420,0	410,0
0,125	3,18	1025,0	1025,0	865,0	865,0	588,0	588,0
0,2	5,08	1324,0	1324,0	1000,0	1000,0	800,0	800,0
0,3	7,62	1544,0	1544,0	1215,0	1215,0	1025,0	1025,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	C	D	E
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12480	13288	12900
Peso del Plato + Molde (g)	7259	8426	8285
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	5221	4862	4615
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	5061	4694	4445
Peso del Agua Absorbida (g)	160	168	170
Peso del Suelo Seco (g)	4501	4172	3953
Absorcion de Agua (%)	3,6	4,0	4,3

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,008"	0,010"	0,008"	2
		0,010"	0,013"	0,010"	3
		0,015"	0,020"	0,018"	4
		0,019"	0,021"	0,023"	5
% EXPANSIÓN		0,38	0,42	0,46	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.


DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAS PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 128 - TAMBOPATA T CUSCO URS. MEZA REDONDA A-8 - CUSCO ☎ 082737667 ☎ 082-074754 📍 RUC : 2940031941

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCÉANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist./Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha : 21/02/2022

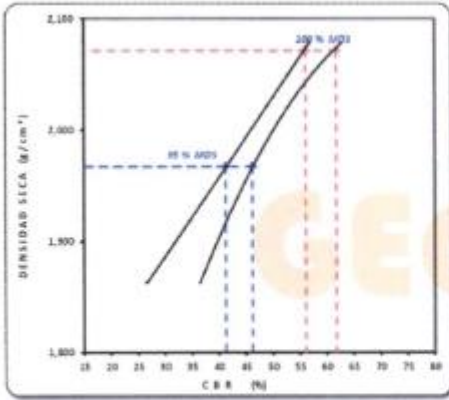
Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicata : C-2 + 4% DE CAL
Profundida. : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : LFP-108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo

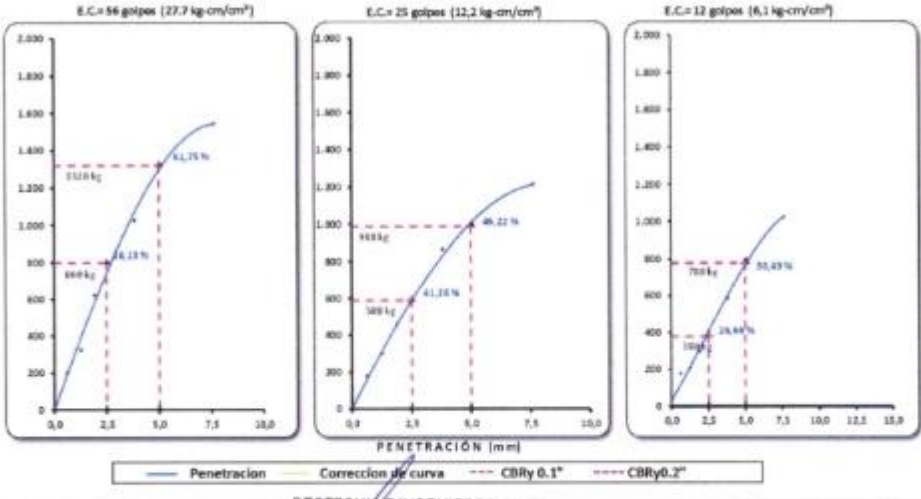


DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12,46
 Maxima Densidad Seca g/cm³ : 2,071

CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	
CBR AI 100% de la Maxima Densidad Seca	61,7
CBR AI 95% de la Maxima Densidad Seca	41,3
CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	
CBR AI 100% de la Maxima Densidad Seca	56,1
CBR AI 95% de la Maxima Densidad Seca	46,2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - RINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 135 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZARREDONDA A-3 - CUSCO - 982737867 - 052-974754 - RUC : 2040031041

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELUGIO BARRIGA SERRUJO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha : 21/07/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2 + 6% DE CAL
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

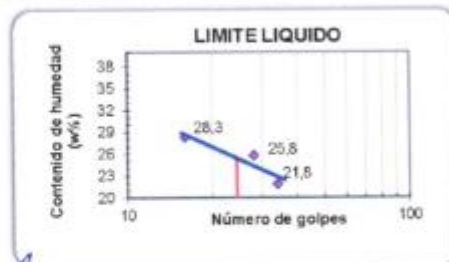
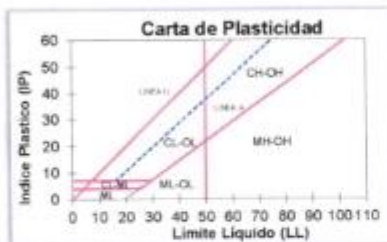
Datos del Equipo Calibrado

Equipo : CAZUELA DE CASAGRANDE
Certificado de Calibración N° : LL-510-2022 del 02/07/2022

Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318		LP (%) = 18,2	
Muestra	1	2	
Numero de capsula	36	38	
Peso de la Capsula (g)	11,4	11,387	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20	21,8	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,64	20,25	
Peso del Suelo Seco (g)	7,24	8,86	
Contenido de Humedad (w)	18,8	17,5	

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318		LL (%) = 25,2		IP (%) = 7,1
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	19	201	206	
Peso de la Capsula (g)	36,5	37,0	37,0	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	59,8	61,2	58,8	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	56,1	56,4	54,1	
Numero de golpes	34	28	16	
Peso del Suelo Seco (g)	17,1	18,8	16,5	
Contenido de Humedad (w)	21,8	25,8	28,3	



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 270283
AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SONDAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - RINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUNTO MALDONADO JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA T CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO 082737067 082-874734 RUC : 264063191

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Datos del proyecto

Proyecto	TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"		
Lugar	CAMINO VECINAL CHONTA	Dist/Prov.	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO	Hecho por	ING. DEM JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Fecha	21/02/2022
Calicata	C-2 + 6% DE CAL	
Profundidad	1,50 m.	
condicion	Alterada	

Datos del Equipo Calibrado

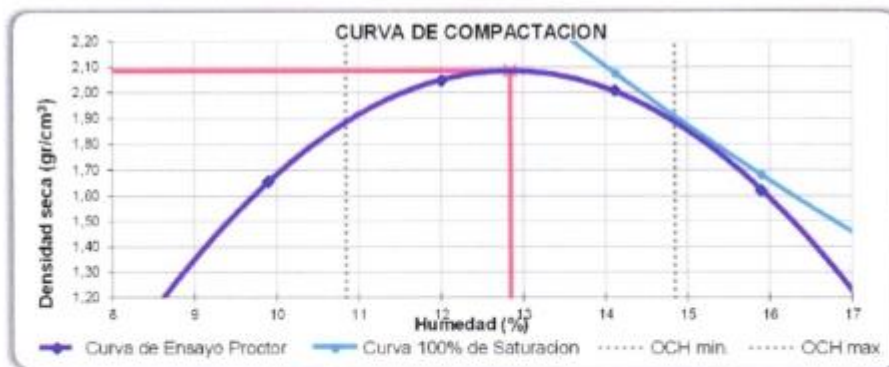
Equipo	PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
Certificado de Calibración N°	LL-514-2022 del 07-02-2022

Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P1	Metodo : A molde de 4"			
		1	2	3	4
Prueba N°		1	2	3	4
Numero de capas		5	5	5	5
Numero de golpes		25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)		6155	6600	6599	6211
Peso del molde (g)		4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)		1711	2156	2155	1767
Volumen del molde (cm ³)		940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm ³)		1,819	2,293	2,291	1,879
Humedad					
N° de tara		401	340	256	166
Tara + Suelo Humedo (g)		500,20	512,20	511,20	511,20
Tara + Suelo Seco (g)		458,53	461,31	452,60	446,23
Peso de la tara		37,62	37,60	37,59	37,65
Peso del agua		41,67	50,89	58,60	64,97
Peso de suelo seco (g)		420,91	423,71	415,01	408,58
Humedad (%)		9,90	12,01	14,12	15,90
Densidad Seca (g/cm ³)		1,655	2,047	2,008	1,621

Maxima Densidad Seca (g/cm³) : 2,085

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12,85



* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4"= 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEM JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA T. CUSCO URB. MEZA REDONDA A.9 - CUSCO ☎ 082737067 ☎ 082-574754 📠 2049001961

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA.
Dist./Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELISIO BARRIGA SERRUTO.
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha : 21/02/2022

Datos del Equipo Calibrado

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicata : C-2 + 6% DE CAL
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada
Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : LFP- 108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE CAPAS : 5			
N° DE MOLDE	G	H	I
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm ³)	2105	2122	2026
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12500	12950	11760
Peso del Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Humedo (g)	4952	4754	4301
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	198,6	201,2	211,6
Pesp Tarro + Suelo Seco (g)	181,5	182,8	193,3
Peso del Agua (g)	17,1	18,4	18,3
Peso de Tarro (g)	48,5	40,3	51,2
Peso del Suelo Seco (g)	133,0	142,5	142,1
Contenido de Humedad (g)	12,85	12,90	12,85
Densidad Humeda (g/cm ³)	2,352	2,240	2,123
Densidad Seca (g/cm ³)	2,085	1,984	1,881

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		G		H		I	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	324,0	324,0	215,0	215,0	200,0	200,0
0,05	1,27	424,0	424,0	420,0	420,0	280,0	280,0
0,075	1,9	858,0	858,0	602,0	602,0	340,0	340,0
0,1	2,54	986,0	986,0	655,0	655,0	524,0	524,0
0,125	3,81	1033,0	1033,0	1021,0	1021,0	688,0	688,0
0,2	5,08	1755,0	1755,0	1200,0	1200,0	925,0	925,0
0,3	7,62	2866,0	2866,0	1544,0	1544,0	988,0	988,0
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	G	H	I
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12660	13120	11950
Peso del Plato + Molde (g)	7548	8196	7459
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	5112	4924	4491
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4952	4754	4301
Peso del Agua Absorbida (g)	160	170	190
Peso del Suelo Seco (g)	4388	4211	3811
Absorcion de Agua (%)	3,6	4,0	5,0

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,001"	0,008"	0,008"	2
		0,009"	0,014"	0,010"	3
		0,010"	0,018"	0,019"	4
		0,018"	0,020"	0,024"	5
% EXPANSIÓN		0,36	0,40	0,48	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
INGENIERO CIVIL
C. P. 270283
AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BOMBALAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA | CUSCO URS, MEZA REDONDA A-9 - CUSCO | 982737667 | 082-874754 | RUC : 2849001941

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"

Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : BACH. FIDEL EUGIO BARRIGA SERRUTO

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

Fecha : 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2 + 6% DE CAL

Profundida. : 1,50 m.

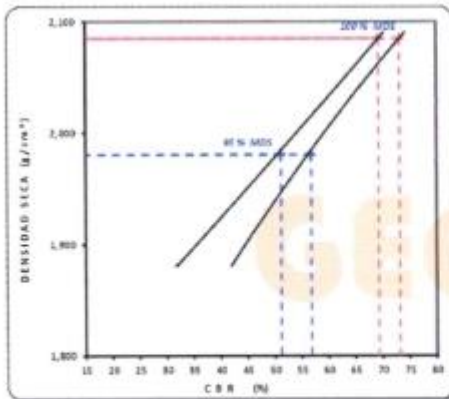
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR

Certificado de Calibración N° : IEP-108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo



DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

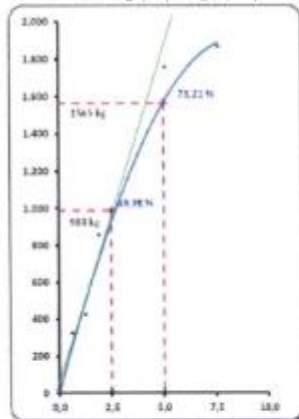
Optimo Contenido de Humedad [%] : 12,85
Maxima Densidad Seca g/cm³ : 2,085

CALIFORNIA BEARING RATIO

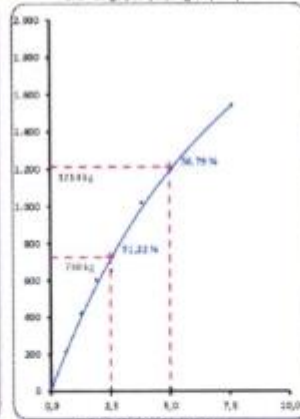
CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 73,2
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 51,2

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca : 69,3
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca : 56,8

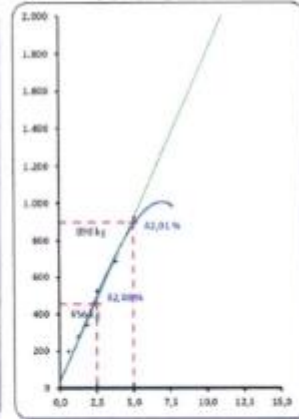
E.C.= 56 golpes (27.7 kg-cm/cm²)



E.C.= 25 golpes (12.2 kg-cm/cm²)



E.C.= 12 golpes (6.1 kg-cm/cm²)



— Penetración
— Corrección de curva
--- CBRy 0.1"
--- CBRy 0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 270283
 AREA DE GEOTECNIA

ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA, PROCTOR MODIFICADO Y CBR DE LA MUESTRA DE TERRENO NATURAL + CEMENTO

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA V. CUSCO URU. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ☎ 982-374754 📠 982-374754 📄 RUC : 2049331961

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

Datos del proyecto

Proyecto	: TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar	: CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov.	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	: BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha	: 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata	: C-2 + 2% DE CEMENTO
Profundidad	: 1,50 m.
condicion	: Alterada


Datos del Equipo Calibrado

Equipo	: CAZUELA DE CASAGRANDE
Certificado de Calibración N°	: IL-510-2022 del 02/07/2022


Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318		LP (%) = 18,9	
Muestra	1	2	
Numero de capsula	15	100	
Peso de la Capsula (g)	11,39	11,51	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	19,8	21,6	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,47	20,00	
Peso del Suelo Seco (g)	7,08	8,49	
Contenido de Humedad (w)	18,8	18,9	

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318		LL (%) = 26,2		IP (%) = 7,4
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	134	74	201	
Peso de la Capsula (g)	38,9	37,2	37,6	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	63,2	66,8	65,4	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	58,5	60,6	50,2	
Numero de golpes	34	25	16	
Peso del Suelo Seco (g)	19,6	23,4	21,6	
Contenido de Humedad (w)	24,0	26,5	28,8	



Carta de Plasticidad



LIMITE LIQUIDO

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO BALDADO JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA CUSCO URB. MIZA RECORDA A-9 - CUSCO TEL: 052737067 FAX: 052-574754 RUC: 2048931941

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"

Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA **Dist/Prov.** TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO **Hecho por** ING. DEMI OSUE CARAZAS MUÑIZ

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE **Fecha** 21/02/2022

Calicata : C-2 + 2% DE CEMENTO

Profundidad : 1,50 m.

condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.

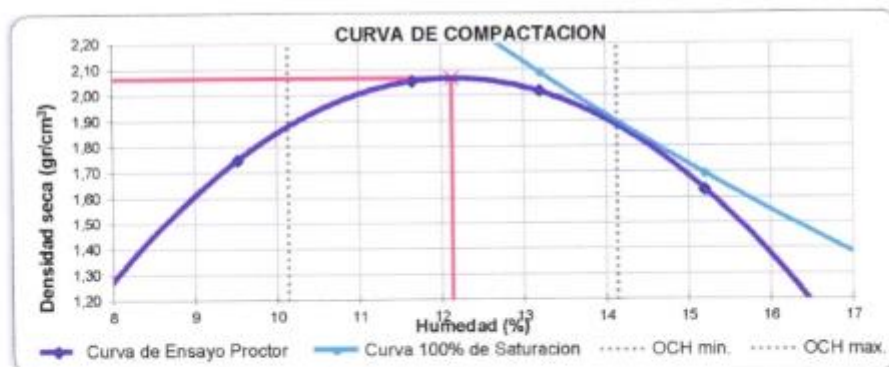
Certificado de Calibración N° : LL-514-2022 del 01/11/2022

Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P1				Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6245	6600	6588	6211	6245	6600	6588	6211
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1801	2156	2144	1767	1801	2156	2144	1767
Volumen del molde (cm ³)	940,45	940,5	940,5	940,5	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,915	2,293	2,280	1,879	1,915	2,293	2,280	1,879
Humedad								
N° de tara	164	233	156	217	164	233	156	217
Tara + Suelo Humedo (g)	511,20	500,20	513,20	500,30	511,20	500,20	513,20	500,30
Tara + Suelo Seco (g)	470,04	451,93	457,75	439,25	470,04	451,93	457,75	439,25
Peso de la tara	37,64	37,80	37,64	37,63	37,64	37,80	37,64	37,63
Peso del agua	41,16	48,27	55,45	61,05	41,16	48,27	55,45	61,05
Peso de suelo seco (g)	432,40	414,33	420,11	401,62	432,40	414,33	420,11	401,62
Humedad (%)	9,52	11,65	13,20	15,20	9,52	11,65	13,20	15,20
Densidad Seca (g/cm ³)	1,749	2,053	2,014	1,631	1,749	2,053	2,014	1,631

Maxima Densidad Seca (g/cm³) : 2,065

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12,14



* De la granulometria el %Ret. Acumla. 3/4" = 0 % NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI OSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 270263
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO - JR. CUSCO 130 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ☎ 902737067 ☎ 082-874754 📧 RUC : 2049001061

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto	TESS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMP. FANOL, CAL Y CEMENTO. CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar	CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov.	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUITO
Hecho por	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha	21/09/2022

Datos de la Muestra	Datos del Equipo Calibrado
MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	Equipo :
Calicata : C-2 + 2% DE CEMENTO	PRENSA CBR
Profundidad : 1.50 m	Certificado de Calibración N° :
condicion : Alterada	LFP- 108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo

C.B.R.				PENETRACIÓN							
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5			CAPACIDAD DE LA CELDA							
	D	E	F	MOLDE	D		E		F		
	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	
N° DE GOLPES	56	25	12								
Volumen de Molde (cm ³)	2122	2122	2122								
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	13360	12960	12500								
Peso del Molde (g)	8426	8285	8070								
Peso del Suelo Humedo (g)	4934	4675	4430								
N° Tarro	-	-	-								
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	198,6	201,2	211,6								
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	183,5	182,8	193,3								
Peso del Agua (g)	17,1	18,4	18,3								
Peso de Tarro (g)	40,5	40,3	31,2								
Peso del Suelo Seco (g)	133,0	142,5	142,1								
Contenido de Humedad (g)	12,85	12,90	12,85								
Densidad Humeda (g/cm ³)	2,325	2,203	2,087								
Densidad Seca (g/cm ³)	2,060	1,951	1,850								

ABSORCIÓN				EXPANSIÓN (%)					
N° MOLDE	D			FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
	D	E	F						
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	13488	13122	12688			0,000"	0,000"	0,000"	1
Peso del Plato + Molde (g)	8426	8285	8070			0,001"	0,000"	0,001"	2
Peso del Suelo Humedo Embetido (g)	5062	4837	4618			0,002"	0,001"	0,002"	3
Peso del Suelo Humedo Sin Embeter (g)	4934	4675	4430			0,007"	0,002"	0,007"	4
Peso del Agua Absorbida (g)	178	162	188			0,008"	0,008"	0,008"	5
Peso del Suelo Seco (g)	4372	4141	3926						
Absorcion de Agua (%)	2,9	3,9	4,8						
% EXPANSIÓN						0,16	0,10	0,12	


GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y ORIENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CURSO 138 - TAMBOPATA T. CUSCO URS. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ☎ 842737667 📠 082-974754 📍 RUC : 2940031961

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022".

Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA

Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA

Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUITO

Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ

Fecha : 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata : C-2 + 2% DE CEMENTO

Profundida : 1.50 m.

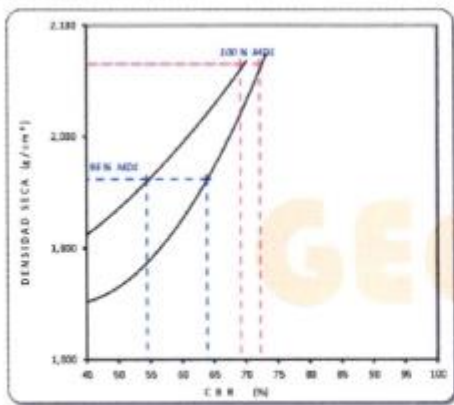
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR

Certificado de Calibración N° : ICP-108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo

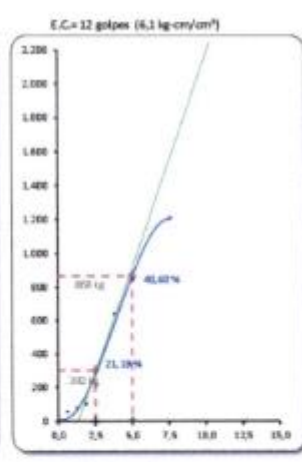
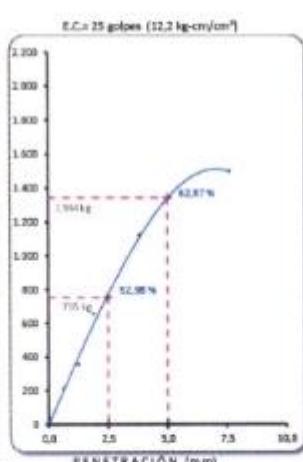
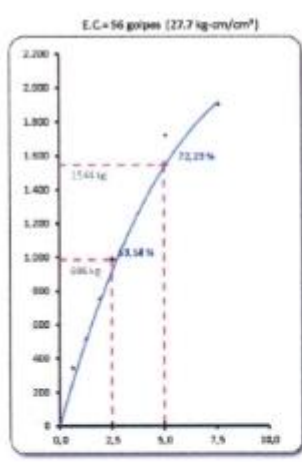


DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12,14
Maxima Densidad Seca g/cm³ : 2,065

CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	72,2
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	54,5
CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	
CBR Al 100% de la Maxima Densidad Seca	69,2
CBR Al 95% de la Maxima Densidad Seca	63,9



— Penetración
— Correccion de curva
- - - CBRy 0.1"
- - - CBRy 0.2"

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y BONDADJE PARA SCUPEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - RINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - CUBCO URB. MZA REDONDA A-S - CUSCO - 982737667 - 982-974754 - RUC : 2048931061

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

Datos del proyecto

Proyecto	: TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar	: CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov.	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	: BACH. FIDEL ELUGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha	: 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata	: C-2 + 4% DE CEMENTO
Profundidad	: 1,50 m.
condicion	: Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo	: CAZUELA DE CASAGRANDE
Certificado de Calibración N°	: LL-510-2022 del 02/07/2022

Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318		LP (%) = 17,3	
Muestra	1	2	
Numero de capsula	169	147	
Peso de la Capsula (g)	11,49	11,5	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20,2	21,6	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,95	20,07	
Peso del Suelo Seco (g)	7,46	8,57	
Contenido de Humedad (w)	16,8	17,8	

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318		LL (%) = 24,3		IP (%) = 7,0
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	206	142	165	
Peso de la Capsula (g)	37,0	37,0	37,0	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	60,2	62,3	61,6	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	56,1	57,5	56,5	
Numero de golpes	36	23	18	
Peso del Suelo Seco (g)	18,5	19,9	18,9	
Contenido de Humedad (w)	22,2	24,2	26,8	



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMÍ JOSUE CARAZAS MUÑIZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 27083
ÁREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA AGUAPUROS Y CIMIENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTOS - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO 082737967 082-874754 RUC : 2040031981

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA **Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO **Hecho por** : ING. DEMETRIO CARAZAS MUÑIZ

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE **Fecha** : 21/02/2022
Calicata : C-2 + 4% DE CEMENTO
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

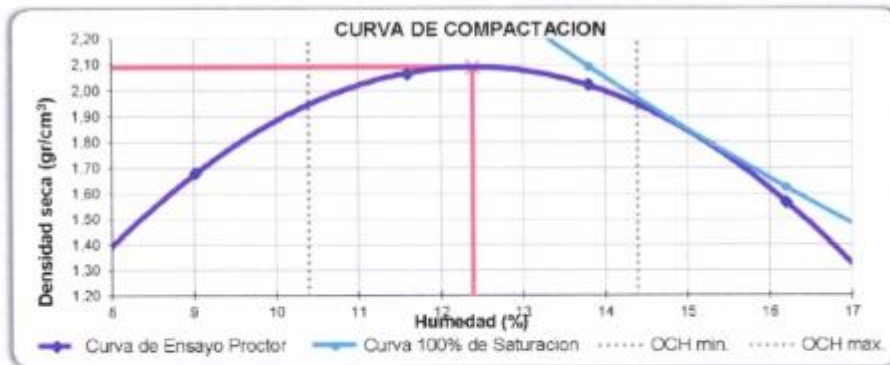
Equipo : PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
Certificado de Calibración N° : U-314-2022 del 01-02-2022

Datos y resultados de ensayo

Compactacion	Codigo de molde : P1				Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6168	6610	6610	6155	6168	6610	6610	6155
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1724	2166	2166	1711	1724	2166	2166	1711
Volumen del molde (cm ³)	940,45	940,5	940,5	940,5	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,833	2,303	2,303	1,819	1,833	2,303	2,303	1,819
Humedad								
N° de tara	233	166	256	164	233	166	256	164
Tara + Suelo Humedo (g)	488,50	490,20	512,20	488,60	488,50	490,20	512,20	488,60
Tara + Suelo Seco (g)	461,19	443,16	454,65	425,73	461,19	443,16	454,65	425,73
Peso de la tara	37,60	37,65	37,59	37,64	37,60	37,65	37,59	37,64
Peso del agua	37,31	47,04	57,55	62,87	37,31	47,04	57,55	62,87
Peso de suelo seco (g)	413,59	405,51	417,06	388,09	413,59	405,51	417,06	388,09
Humedad (%)	9,02	11,60	13,80	16,20	9,02	11,60	13,80	16,20
Densidad Seca (g/cm ³)	1,681	2,064	2,024	1,566	1,681	2,064	2,024	1,566

Maxima Densidad Seca (g/cm³) : 2,091

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12,39



* De la granulometria el %Ret. Acumla. 3/4" = 0% NO requiere correccion por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMETRIO CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 370183
 ANEXO DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y DIRECCIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PÍLOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA T CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ☎ 082377067 ☎ 089-874794 📠 3048831961

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto	TESIS "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCHILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCÉANICA, MADRE DE DIO, 2022"
Lugar	CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov.	TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	BACH. EDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por	ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha	21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE	
Calicata	C-2 + 4% DE CEMENTO
Profundidad	1,50 m
condicion	Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo	PRENSA CBR
Certificado de Calibración N°	I/P- 108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
N° DE MOLDE	N° DE CAPAS : 5		
	I	H	D
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm ³)	2026	2122	2122
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12220	12920	12920
Peso del Molde (g)	7459	8196	8426
Peso del Suelo Humedo (g)	4761	4724	4494
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	211,0	215,2	233,2
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	192,0	195,3	211,8
Peso del Agua (g)	19,0	19,9	21,4
Peso de Tarro (g)	35,5	35	40,2
Peso del Suelo Seco (g)	153,5	160,3	171,6
Contenido de Humedad (g)	12,40	12,38	12,50
Densidad Humeda (g/cm ³)	2,350	2,226	2,117
Densidad Seca (g/cm ³)	2,091	1,981	1,882

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE	I		H		D		
	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	324	324	265	265	168	168
0,05	1,27	568	568	424	424	452	452
0,075	1,9	1021	1021	745	745	500	500
0,1	2,54	1455	1455	865	865	788	788
0,125	3,81	1745	1745	1454	1454	1188	1188
0,2	5,08	2121	2121	1624	1624	1134	1134
0,3	7,62	2325	2325	2122	2122	1321	1321
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	I	H	D
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12355	13060	13100
Peso del Plato + Molde (g)	7459	8196	8426
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	4896	4864	4674
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	4761	4724	4494
Peso del Agua Absorbida (g)	135	140	180
Peso del Suelo Seco (g)	4236	4204	3995
Absorción de Agua (%)	3,2	3,3	4,5

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,002"	0,002"	0,002"	2
		0,004"	0,004"	0,004"	3
		0,005"	0,006"	0,009"	4
		0,006"	0,008"	0,010"	5
% EXPANSIÓN		0,12	0,16	0,20	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.


 DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270282
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA PERFORACION Y BOMBAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCAJO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 134 - TAMBOPATA CUSCO URS. MEZA REDONDA A-4 - CUSCO ☎ 882737007 ☎ 882-074754 📠 23400021901

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL EUGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha : 21/02/2022

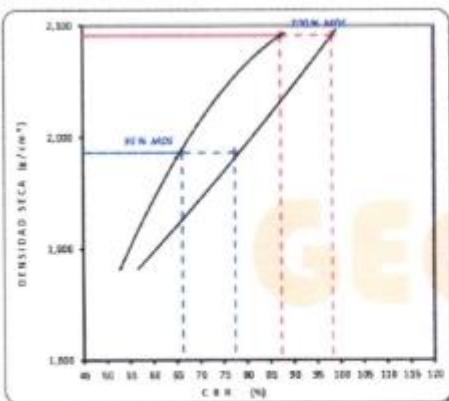
Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicata : C-2 + 4% DE CEMENTO
Profundida : 1.50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : IFFP- 108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo



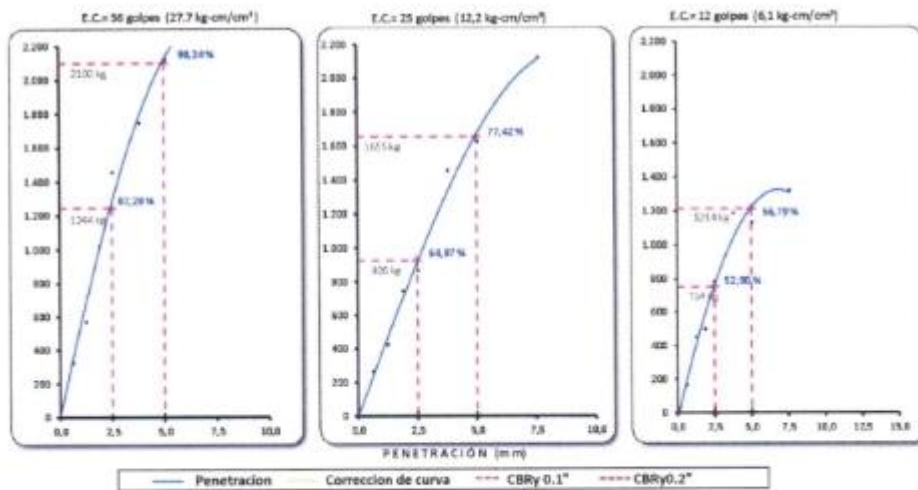
DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12,39
 Maxima Densidad Seca g/cm³ : 2,091

CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración	98,2
CBR A1 100% de la Maxima Densidad Seca	98,2
CBR A1 95% de la Maxima Densidad Seca	66,2

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración	87,3
CBR A1 100% de la Maxima Densidad Seca	87,3
CBR A1 95% de la Maxima Densidad Seca	77,4



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270282
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA SCUPEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - RINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA - CUSCO URB. MEZA REDONDA A-3 - CUSCO - 902737907 - 902-974754 - RUC : 2049031961

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318, NTP 339.129)

Datos del proyecto

Proyecto	: TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar	: CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov.	: TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante	: BACH. FIDEL EUGIO BARRIGA SERRUTO
Hecho por	: ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
Fecha	: 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

Calicata	: C-2 + 6% DE CEMENTO
Profundidad	: 1,50 m.
condicion	: Alterada

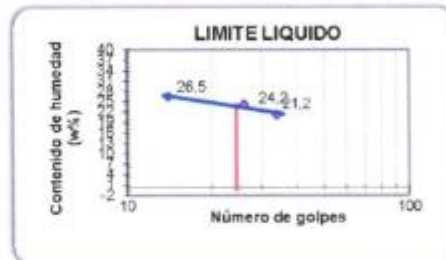
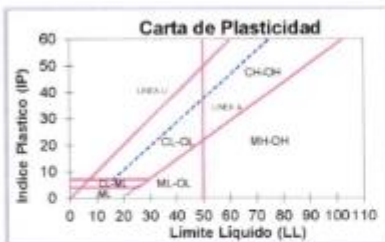
Datos del Equipo Calibrado

Equipo	: CAZUELA DE CASAGRANDE
Certificado de Calibración N°	: LL-510-2022 del 02/07/2022

Datos y resultados de ensayo

LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318		LP (%) = 17,0	
Muestra	1	2	
Numero de capsula	15	38	
Peso de la Capsula (g)	11,39	11,387	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	20,2	21,6	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	18,93	20,11	
Peso del Suelo Seco (g)	7,54	8,72	
Contenido de Humedad (w)	16,8	17,1	

LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318		LL (%) = 23,7		IP (%) = 6,7
Muestra	A	B	C	
Numero de capsula	97	19	201	
Peso de la Capsula (g)	37,1	38,9	37,6	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (g)	61,2	63,2	61,0	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (g)	57,0	58,5	56,1	
Numero de golpes	34	26	14	
Peso del Suelo Seco (g)	19,9	19,5	18,5	
Contenido de Humedad (w)	21,2	24,2	26,5	



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑIZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 270283
AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CÍVILES
CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SONDAJES PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - MONITOREO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA CUSCO UNIV. MEZA REDONDA A 9 - CUSCO 082737067 082-974754 RUC : 2049021951

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557-12, NTP 339.142)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA **Dist/Prov.** : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO **Hecho por** : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE **Fecha** : 21/02/2022
Calicata : C-2 + 6% DE CEMENTO
Profundidad : 1,50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

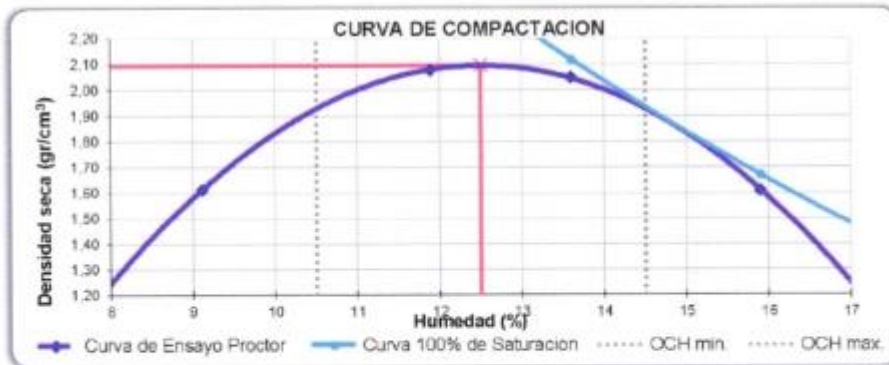
Equipo : PISÓN MANUAL DE PROCTOR MOD.
Certificado de Calibración N° : LL-514-2022 del 01/02-2022

Datos y resultados de ensayo

Compactación	Codigo de molde : P1				Metodo : A molde de 4"			
Prueba N°	1	2	3	4	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso suelo + molde (g)	6100	6630	6632	6200	6100	6630	6632	6200
Peso del molde (g)	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
Peso del suelo humedo compactado (g)	1656	2186	2188	1756	1656	2186	2188	1756
Volumen del molde (cm ³)	940,45	940,5	940,5	940,5	940,45	940,5	940,5	940,5
Densidad húmeda (g/cm ³)	1,761	2,324	2,327	1,867	1,761	2,324	2,327	1,867
Humedad								
N° de tara	284	188	165	256	284	188	165	256
Tara + Suelo Humedo (g)	500,20	512,00	500,00	585,20	500,20	512,00	500,00	585,20
Tara + Suelo Seco (g)	481,58	461,59	444,65	492,82	481,58	461,59	444,65	492,82
Peso de la tara	37,65	37,58	37,64	37,59	37,65	37,58	37,64	37,59
Peso del agua	38,62	50,41	55,35	72,38	38,62	50,41	55,35	72,38
Peso de suelo seco (g)	423,93	424,01	407,01	455,23	423,93	424,01	407,01	455,23
Humedad (%)	9,11	11,89	13,60	15,90	9,11	11,89	13,60	15,90
Densidad Seca (g/cm ³)	1,614	2,077	2,048	1,611	1,614	2,077	2,048	1,611

Maxima Densidad Seca (g/cm³) : 2,095

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12,50



* De la granulometría el %Ret. Acumla. 3/4" = 0.0% NO requiere corrección por sobre tamaño según ASTM D-4718

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 370283
 AREA DE GEOTECNIA

GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y RICAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y DIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 138 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO ☎ 982737067 ☎ 082-874734 📍 35480031981

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (ASTM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO" (CARRETERA VECINAL CHONTA, CARRETERA INTEROCÉANICA, MADRE DE DIOS 2022)
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. EDEL ELUGO BARRIGA SERRUTO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha : 21/02/2022

Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicata : C-2 + 6% DE CEMENTO
Profundidad : 1,50 m.
condición : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBI
Certificado de Calibración N° : LFP- 108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo

C.B.R.			
	N° DE CAPAS : 5		
N° DE MOLDE	A	B	C
N° DE GOLPES	56	25	12
Volumen de Molde (cm ³)	2175	2175	2172
Peso del Molde + Suelo Humedo (g)	12500	12008	11880
Peso del Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo (g)	5142	4873	4621
N° Tarro	-	-	-
Peso Tarro + Suelo Humedo (g)	256,0	302,0	288,5
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	232,0	274,2	262,0
Peso del Agua (g)	24,0	27,8	26,5
Peso de Tarro (g)	40,0	50,2	50,0
Peso del Suelo Seco (g)	192,0	224,0	212,0
Contenido de Humedad (g)	12,50	12,40	12,48
Densidad Humeda (g/cm ³)	2,364	2,237	2,128
Densidad Seca (g/cm ³)	2,101	1,990	1,892

PENETRACIÓN							
CAPACIDAD DE LA CELDA							
MOLDE		A		B		C	
PENETR. (pulg)	PENETR. (mm)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)	LECTURA DIAL	CARGA (kg)
0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,025	0,63	502	502	300	300	186	186
0,05	1,27	865	865	546	546	488	488
0,075	1,9	1170	1170	854	854	701	701
0,1	2,54	1524	1524	1344	1344	865	865
0,125	3,18	1745	1745	1524	1524	1200	1200
0,2	5,08	2455	2455	2188	2188	1800	1800
0,3	7,62	2986	2986	2865	2865	2155	2155
0,4	10,16						
0,500	12,700						

ABSORCIÓN			
N° MOLDE	A	B	C
Peso del Suelo Humedo + Plato + Molde (g)	12670	12188	12100
Peso del Plato + Molde (g)	7358	7135	7259
Peso del Suelo Humedo Embebido (g)	5312	5053	4841
Peso del Suelo Humedo Sin Embeber (g)	5142	4873	4621
Peso del Agua Absorbida (g)	170	180	220
Peso del Suelo Seco (g)	4571	4335	4108
Absorción de Agua (%)	3,7	4,2	5,4

EXPANSIÓN (%)					
FECHA	HORA	LECTURA DIAL	LECTUR A DIAL	LECTURA DIAL	N° LECTUR A
		0,000"	0,000"	0,000"	1
		0,002"	0,001"	0,004"	2
		0,002"	0,001"	0,006"	3
		0,008"	0,001"	0,008"	4
		0,009"	0,008"	0,011"	5
% EXPANSIÓN		0,18	0,16	0,22	

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.


DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C. P. 270203
 AREA DE GEOTECNIA

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTÉCNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - PERFORACIÓN Y BOMBAJE PARA ACUÍFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCIÓN GEOFÍSICA
 PUERTO MALDONADO JR. CUSCO 136 - TAMBOPATA CUSCO URB. MEZA REDONDA A-9 - CUSCO T 962737067 M 982-974734 W 982-974734

VALOR RELATIVO DE SOPORTE CBR (STM D1883-16, NTP 339.145)

Datos del proyecto

Proyecto : TESIS : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEÁNICA, MADRE DE DIOS 2022"
Lugar : CAMINO VECINAL CHONTA
Dist/Prov. : TAMBOPATA - TAMBOPATA
Solicitante : BACH. FIDEL ELUGIO BARRIGA SERRITO
Hecho por : ING. DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
Fecha : 21/02/2022

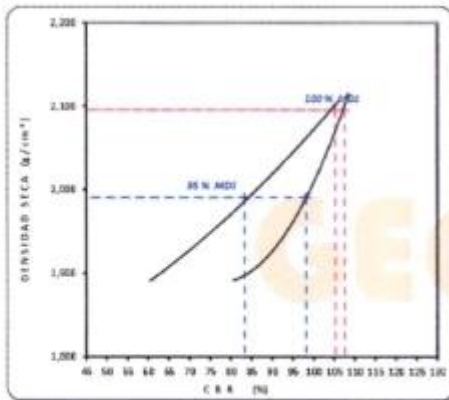
Datos de la Muestra

MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE
Calicata : C-2 + 6% DE CEMENTO
Profundida : 1.50 m.
condicion : Alterada

Datos del Equipo Calibrado

Equipo : PRENSA CBR
Certificado de Calibración N° : IFF- 108-2022 del 07/02/2022

Datos y resultados de ensayo



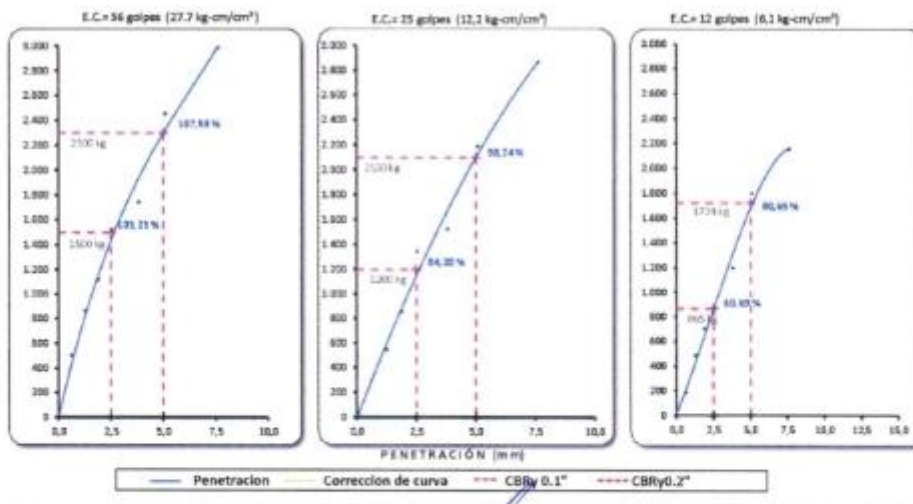
DATO DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12,50
 Máxima Densidad Seca g/cm³ : 2,095

CALIFORNIA BEARING RATIO

CBR A 2.5 mm (0.1") de Penetración
 CBR A 100% de la Máxima Densidad Seca : 107,6
 CBR A 95% de la Máxima Densidad Seca : 83,4

CBR A 5 mm (0.2") de Penetración
 CBR A 100% de la Máxima Densidad Seca : 105,2
 CBR A 95% de la Máxima Densidad Seca : 98,2



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.


DEMI JOSUE CARAZAS MUÑOZ
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 270283
 AREA DE GEOTECNIA

ANEXO 6: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 036 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : 008-2021
Fecha de emisión : 2021-01-28

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

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

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : A&A INSTRUMENTS
Modelo del Equipo : STHX-2A
Serie del Equipo : 13314
Capacidad del Equipo : 136 L
Código de Identificación : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS
25 - ENERO - 2021

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,5	27,9
Humedad %	62	63

7. Conclusiones

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

8. Observaciones

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



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

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA
INGENIERO CIVIL
CIP 15887
AREA DE GEOTECNIA

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 117 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 008-2021
Fecha de emisión : 2021-01-28

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS EIRL

Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : FORNEY
Modelo de Copa : LA-3700
Serie de Copa : NO INDICA
Código de identificación : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS
25 - ENERO - 2021

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

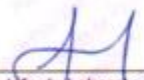
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.4	27.4
Humedad %	70	69

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152831


GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA
INGENIERO CIVIL
CIP 18887
AREA DE GEOTECNIA



Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-036-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 008-2021
 Fecha de Emisión : 2021-01-29

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
 Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**
 Marca : OHAUS
 Modelo : SPJ6001
 Número de Serie : B421629135
 Alcance de Indicación : 6 000 g
 División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g
 División de Escala Real (d) : 0,1 g
 Procedencia : CHINA
 Identificación : NO INDICA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2021-01-25

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

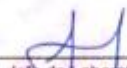
Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración
 La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.
4. Lugar de Calibración
 LABORATORIO de GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
 JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
 VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 188882
 AREA DE GEOTECNIA



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 124 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 008-2021
 Fecha de emisión : 2021-01-28

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS EIRL

Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

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

2. Instrumento de Medición : MARTILLO PROCTOR

Capacidad : 10 lb

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

Código de identificación : NO INDICA

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
 JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS
 25 - ENERO - 2021

4. Método de Calibración
 Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 696 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2021	PUNTO DE PRECISIÓN

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	30,0	29,3
Humedad %	66	66

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



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

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

VICTOR HUGO CARAZAS MAYANCA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 18887
 AREA DE GEOTECNIA



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 121 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 008-2021
Fecha de emisión : 2021-01-28

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

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

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : FIERRO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : PM-03

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS
25 - ENERO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	YC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,6	27,4
Humedad %	67	69

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



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

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA
INGENIERO CIVIL
CIP 188840
AREA DE GEOTECNIA



Punto de Precisión SAC

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-035-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 008-2021
 Fecha de Emisión : 2021-01-29

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
 Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

2. Instrumento de Medición : BALANZA
 Marca : OHAUS
 Modelo : R31P30
 Número de Serie : 8341377206
 Alcance de Indicación : 30 kg
 División de Escala de Verificación (e) : 1 g
 División de Escala Real (d) : 1 g
 Procedencia : USA
 Identificación : NO INDICA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2021-01-25

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

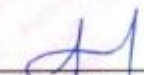
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
 JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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


 GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
 VICTOR HUGO CARRERAS MAYANGA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 196342
 AREA DE CALIBRACION

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 036 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : 008-2021
Fecha de emisión : 2021-01-28

1. Solicitante : GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

Dirección : JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS

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

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : A&A INSTRUMENTS
Modelo de Prensa : STCBR-1
Serie de Prensa : 13964
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : ZEMIC
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B
Serie de Celda : M2Q012894
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : WEIGHT INDICATOR
Modelo de Indicador : 315-X8
Serie de Indicador : 0041682

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CUSCO NRO. 138 - TAMBOPATA - MADRE DE DIOS
25 - ENERO - 2021

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

5. Trazabilidad

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

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27.5	27.5
Humedad %	62	62

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

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



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

GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA
INGENIERO CIVIL
CIP 18882
AREA DE GEOTECNIA

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

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

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

ANEXO 7: CONSTANCIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO

GEOIN (GEOTECNIA E INGENIEROS EIRL)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES - ESTUDIOS GEOTECNICOS (SUELOS Y ROCAS) - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
CONSULTORIA ESPECIALIZADA - PERFORACION Y SONDAJE PARA ACUIFEROS Y CIMENTACIONES PROFUNDAS - HINCADO DE PILOTES - PROSPECCION GEOFISICA

CONSTANCIA N° 202201

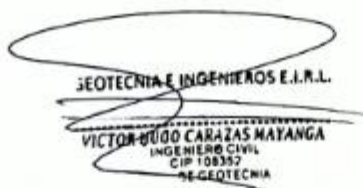
EL QUE SUSCRIBE:

ING. VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA
GERENTE GENERAL

CERTIFICA:

Que el Sr. **FIDEL ELIGIO BARRIGA SERRUTO**, identificado con **DNI N° 01211458** realizo ensayos de laboratorio para la tesis denominada **"ANALISIS COMPARATIVO DE LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS EMPLEANDO CAL Y CEMENTO, CARRETERA VECINAL CHONTA CARRETERA INTEROCEANICA, MADRE DE DIOS 2022"** en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y materiales de **GEOTECNIA E INGENIEROS EIRL**, con **RUC: 20490031961** domicilio fiscal: **JR. CUSCO N° 138 - PTO. MALDONADO**.

Se expide el siguiente certificado a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.


GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.
VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA
INGENIERO CIVIL
CIP 108352
DE GEOTECNIA

Puerto Maldonado, 22 de febrero del 2022